

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал СФУ  
институт  
Строительство  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаета

подпись      инициалы, фамилия

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»

код и наименование направления

Реконструкция школы в с. Зеленое РХ

тема

Пояснительная записка

Руководитель	_____	<u>д.т.н., профессор</u>	<u>Л.П.Нагрузова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.В.Брычкина</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2017

Продолжение титульного листа БР по теме Реконструкция школы в с. Зеленое РХ

Консультанты по  
разделам:

<u>Архитектурный</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Г.Н. Шибаета</u> инициалы, фамилия
<u>Конструктивный</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Л.П. Нагрузова</u> инициалы, фамилия
<u>Основания и фундаменты</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>О.З. Халимов</u> инициалы, фамилия
<u>Технология и организация строительства</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>В.М. Демченко</u> инициалы, фамилия
<u>Экономика строительства</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
<u>Охрана труда и техники безопасности</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Т.Н. Плотникова</u> инициалы, фамилия
<u>Оценка воздействия на окружающую среду</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Е.А. Бабушкина</u> инициалы, фамилия
Нормоконтроль	_____ подпись, дата	<u>Г.Н. Шибаета</u> инициалы, фамилия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ  
О ДОПУСКЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ

Вуз (точное название) Хакасский технический институт-филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой Строительство  
(наименование кафедры)

Шибаета Галина Николаевна  
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев бакалаврскую работу студента группы № 33-1  
Брычкиной Дарьи Васильевны  
(фамилия, имя, отчество студента)

Выполненную на тему Реконструкция школы в с. Зеленое РХ

По реальному заказу \_\_\_\_\_  
(указать заказчика, если имеется)

С использованием ЭВМ \_\_\_\_\_  
(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

В объеме \_\_\_\_\_ листов бакалаврской работы, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой      Г.Н. Шибаета  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

## АННОТАЦИЯ

На бакалаврскую работу \_\_\_\_\_ Брычкина Дарья Васильевна  
(фамилия, имя, отчество)  
На тему: « \_\_\_\_\_ Реконструкция школы в с. Зеленое \_\_\_\_\_ »

*Актуальность тематики и её значимость:* В настоящее время население Хакасии, как и население России в целом неизменно увеличивается. В связи с этим ощущается нехватка мест не только в учебных общественных учреждениях больших городов, но также и на периферии, в пригороде, а порой, даже в сельской местности. Среднеобразовательная школа в селе Зелёное даёт своим выпускникам высокий уровень образования уже больше 50 лет, в связи с чем обладает преимуществом перед городскими школами, а также ещё и благодаря своему тихому местоположению. Целью бакалаврской работы является реконструкция существующего здания школы в селе Зелёное, включающей в себя надстройку третьего этажа с целью увеличения площади для обучения школьников.

*Расчёты, проведённые в пояснительной записке:* В пояснительной записке проведены расчёты строительных конструкций, расчёт фундаментов, теплотехнический расчёт, расчёт и подбор строительных материалов, машин и механизмов, а также расчёт квалификационного состава бригады, расчёт календарного плана, строительного генерального плана.

*Использование ЭВМ:* Во всех основных расчётных разделах бакалаврской работы, при оформлении пояснительной записки и графической части использованы стандартные и специальные строительные программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2016, сметная программа «Гранд-смета», AutoCAD 2017, Google Chrome, ArchiCAD 2014.

*Разработка экологических и природоохранных мероприятий:* Произведен расчёт выбросов в атмосферу от воздействия лакокрасочных работ и от работы автомобильного транспорта, а также предусмотрено минимальное использование вредных строительных материалов.

*Качество оформления:* Пояснительная записка и чертежи выполнены с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати 3D-модели для большей наглядности.

*Освещение результатов работы:* Результаты проведенной работы изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают все этапы проведения реконструкции.

*Степень авторства:* Содержание бакалаврской работы разработано автором самостоятельно

Автор бакалаврской работы \_\_\_\_\_  
подпись

Д.В. Брычкина  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы \_\_\_\_\_  
подпись

Л.П. Нагрузова  
(фамилия, имя, отчество)

## ABSTRACT

The author of the bachelor thesis: Brychkina Daria Vasilevna  
(surname, first name, patronymic)

The theme: « Reconstruction of the school in the village of Zelenoye »

*Relevance of the theme and its importance:* Nowadays the population of Khakassia, like the population of Russia as a whole, is steadily increasing. In connection with this, there is a shortage of places not only in educational institutions of large cities, but also in the periphery, in the suburbs, and sometimes in rural areas. The secondary school in the village of Zelenoye gives its graduates a high level of education for more than 50 years, and therefore has an advantage over urban schools, and also because of its quiet location. The purpose of the bachelor thesis is the reconstruction of the existing school building in the village of Zelenoye, which includes a superstructure of the third floor in order to increase the area for teaching pupils.

*Calculations in the explanatory note:* In the explanatory note the calculations of building structures, the calculation of bases, thermal calculation, calculation and selection of construction materials and machinery have been made, as well as the calculation of the staff qualification, the schedule, general construction plan.

*Usage of computers:* In all parts of the bachelor thesis including the explanatory note and graphical part the computer standard and special building programs: Microsoft Office Word 2016, budget program "Grand-Smeta», AutoCAD 2017, Google Chrome, ArchiCAD 2014 have been used.

*Development of environmental measures:* The calculation of emissions into the atmosphere from exposure to paintwork and from the work of motor vehicles, as well as minimum use of harmful building materials.

*Quality of presentation:* The explanatory note and drawings have been made with high quality using a computer. Printing work has been done with a laser printer using color prints 3D models for better visibility.

*Evolution of results:* The results of this work have been presented in sequence; they are specific and cover all stages of reconstruction.

*Degree of authorship:* The content of the graduation work has been developed by the author independently.

Author of the bachelor thesis \_\_\_\_\_  
signature

Brychkina Daria  
(surname, first name)

Project supervisor \_\_\_\_\_  
signature

Nagruzova Lyubov  
(surname, first name)

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал СФУ

институт

Строительство

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаева

подпись                      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

**в форме \_\_\_\_\_ бакалаврской работы**

(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) \_\_\_\_\_ Брычкиной Дарье Васильевне

(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа \_\_\_\_\_ 33–1 Направление (специальность) \_\_\_\_\_ 08.03.01

(код)

\_\_\_\_\_ Строительство

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы «Реконструкция школы в с. Зеленое РХ»

Утверждена приказом по университету № 148 от 28.02.2017 г.

Руководитель БР \_\_\_\_\_ Нагрузова Л.П., д.т.н., профессор

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для БР План 1 этажа, план 2 этажа, экспликация помещений

Перечень разделов БР Вводный, архитектурный, конструктивный, основания и фундаменты, технология и организация строительства, экономика строительства, оценка воздействия на окружающую среду, БЖД

Перечень графического или иллюстрационного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов 2 листа по архитектурному разделу, 1 лист по конструктивному разделу, 1 лист по разделу основания и фундаменты, 2 листа по технологии и организации строительства

Руководитель БР \_\_\_\_\_

(подпись)

Л.П. Нагрузова

(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(подпись)

Д.В. Брычкина

(инициалы и фамилия)

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Вводный раздел.....
2	Архитектурный раздел.....
2.1	Исходные данные.....
2.2	Решение генерального плана.....
2.3	Расчет розы ветров.....
2.4	Объёмно-планировочное решение.....
2.5	Конструктивное решение.....
2.6	Теплотехнический расчет стены.....
2.7	Внутренняя и наружная отделка помещений.....
3	Конструктивный раздел.....
3.1	Расчет обрешетки.....
3.1.1	Сбор нагрузок на погонный метр обрешетки.....
3.1.2	Расчет стропильной ноги.....
3.1.3	Сбор нагрузок на погонный метр стропильной ноги.....
3.1.4	Расчет на прочность.....
3.1.5	Расчет стойки.....
3.1.6	Расчет подкоса (прогон-стойка).....
3.1.7	Расчет подкоса (стропильная нога-лежень).....
3.2	Расчет многопустотной плиты перекрытия.....
3.2.1	Сбор нагрузок.....
3.2.2	Расчет пустотной плиты.....
3.2.3	Определение параметров расчетного сечения.....
3.2.4	Расчет прочности по нормальным сечения (продольного армирования).....
3.2.5	Расчет прочности по наклонным сечениям (поперечного армирования).....
3.2.6	Расчет монтажных петель.....
4	Раздел «Основания и фундаменты.....

4.1	Оценка инженерно-геологических условий.....	
4.2	Проверочный расчет несущей способности фундаментов.....	
4.2.1	Определение нагрузок, действующих на основание.....	
4.2.2	Сбор нагрузок на наружный ленточный фундамент.....	
4.3	Проверка несущей способности основания под наружным фундаментом при нагрузке от трех этажей .....	
4.4	Расчет осадок.....	
4.5	Проверка несущей способности основания под наружным фундаментом при нагрузке от двух этажей.....	
4.6	Расчет осадок.....	
4.7	Проверка несущей способности основания под внутренним фундаментом при нагрузке от трех этажей.....	
4.8	Расчет осадок.....	
5	Раздел «Технология и организация строительства».....	
5.1	Технология возведения надстройки.....	
5.2	Спецификация сборных элементов.....	
5.3	Ведомость потребности в строительных конструкциях.....	
5.4	Выбор грузозахватных приспособлений.....	
5.5	Выбор монтажного крана.....	
5.5.1	По техническим параметрам.....	
5.5.2	По экономическим показателям.....	
5.6	Расчет автомобильного транспорта для доставки грузов.....	
5.7	Проектирование строительного генерального плана.....	
5.7.1	Размещение монтажного крана.....	
5.7.2	Проектирование временных дорог.....	
5.7.3	Расчет временных зданий и сооружений.....	
5.7.4	Электроснабжение стройгенплана.....	
6	Раздел «Экономика строительства».....	
7	Оценка воздействия на окружающую среду.....	
7.1	Климат и фоновое загрязнение воздуха.....	



7.2	Оценка воздействия реконструкции объекта на окружающую среду.....	
7.2.1	Воздействие загрязняющих веществ на воздушную среду.....	
7.2.1.1	Расчет выбросов от лакокрасочных работ.....	
7.2.1.2	Расчет выбросов от сварочных работ.....	
7.2.1.3	Расчет выбросов от работы автомобильного транспорта.....	
7.2.2	Воздействие загрязняющих веществ на почву.....	
7.2.2.1	Отходы.....	
8	Безопасность жизнедеятельности.....	
8.1	Общие положения о безопасности условий труда в строительстве...	
8.2	Безопасность труда на строительной площадке.....	
8.3	Требования безопасности при складировании материалов и конструкций.....	
8.4	Безопасность транспортных средств и погрузочно-разгрузочных работ.....	
8.5	Обеспечение электробезопасности на строительной площадке.....	
8.6	Обеспечение защиты работников от воздействия вредных производственных факторов.....	
8.7	Обеспечение пожаробезопасности на строительной площадке.....	
	Список использованной литературы.....	
	Приложение А – Локальный сметный расчет.....	

## **1 Вводный раздел**

Реконструкция стала одним из магистральных направлений в области капитального строительства. Ее объемы неуклонно возрастают. По своей специфике проектирование и проведение работ по реконструкции существенно отличаются от процесса создания новых зданий и сооружений, что обуславливает необходимость соответствующей подготовки инженерных кадров.

Реконструкция включает в себя перепланировку и увеличение высоты помещений, усиление, частичную разборку и замену конструкций, а также надстройку, пристройку и улучшение фасадов здания.

Для проведения действительно качественно и полезной реконструкции, очень важно грамотно оценить состояние здания и его основные особенности. Это позволит создать оптимальный проект, усовершенствовать как внутренние помещения, так и внешнюю часть фасада.

Реконструкция должна носить комплексный характер, учитывать длительную перспективу развития здания. Некомплексность подхода, удовлетворение только интересам сегодняшнего дня, отсутствие перспективного плана могут привести через определенное время к невозможности осуществления последующей реконструкции без сноса сложившейся после проведения реконструкции застройки.

Общие затраты времени на реконструкцию в 1,5-2 раза меньше, чем на новое строительство, так же, как и капитальные вложения, а окупаемость в 2-2,5 раза быстрее. Это способствует ускорению решения экономических, социально-бытовых и градостроительных задач.

По заданию на выпускную квалификационную работу необходимо реконструировать школу в селе Зеленое Республики Хакасия.

## 2 Архитектурный раздел

### 2.1 Исходные данные

Реконструируемое здание школы находится в Усть-Абаканском районе села Зелёное Республики Хакасия. Реконструкция представляет собой надстройку третьего этажа в существующей школе. Здание школы было построено в 1969 году.

В данный момент в школе обучается 140 детей, после надстройки третьего этажа, школа сможет принять ещё 60 учеников.

Мною было проведено техническое обследование здания, все главные конструкции находятся в надлежащем виде.

Реконструкция ведется во втором климатическом районе [1].

Этот район характеризуется обычными геологическими условиями (нет вечной мерзлоты, грунты не пучинятся и не просадочные) с достаточно продолжительной и суровой зимой.

Продолжительность зимнего периода составляет 164 дня.

Уровень ответственности здания – II [2].

Степень огнестойкости здания – III [3].

Сейсмичность района – 7 баллов с 10% степенью сейсмической опасности [4].

Класс пожарной опасности здания – Ф.4.1.

Климат района резко континентальный.

Средняя температура наружного воздуха при отопительном периоде  $t_{\text{нт}} = -7,2^\circ\text{C}$ .

Среднемесячная температура наружного воздуха в январе от  $-14^\circ\text{C}$  до  $-32^\circ\text{C}$ .

Среднемесячная температура наружного воздуха в июле от  $+10^\circ\text{C}$  до  $+20^\circ\text{C}$ .

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92  $t_{\text{ext}} = -38^\circ\text{C}$  [1].

Температура внутреннего воздуха  $+22^\circ\text{C}$ .

Влажностный режим помещений – 55% номинальный [5].

Зона влажности строительства – сухая [5].

Снеговой район: II  $S = 1,2 \text{ кПа}$  [6].

Нормативный скоростной напор ветра  $W=0,38 \text{ кПа}$ .

Условия эксплуатации конструкций – А.

## **2.2 Решение генерального плана**

Проектируемый участок имеет неправильную форму размером 87.00 x 66.00 м.

Расположение реконструируемого здания относительно сторон света широтное. Расположение продольной оси школы с запада на восток обеспечивает относительно равномерную инсоляцию обеих её сторон и является оптимальным для II климатического района, в котором расположен город Абакан.

На генеральном плане кроме самого здания находятся хоккейная коробка, склад для овощей. На участке есть площадки озеленения, которые включают в себя газон, цветники, разные виды деревьев и кусты. Данный участок имеет асфальтированные дорожки для удобного подъезда машин и для полноценного использования школьной территории. Для комфортного хождения людей предусмотрены дорожки, как асфальтные, так и грунтовые, переходящие в асфальт.

Основными технико-экономическими показателями участка являются:

- площадь здания школы –  $11416 \text{ м}^2$
- площадь территории участка –  $143500 \text{ м}^2$
- площадь асфальтного покрытия –  $40113 \text{ м}^2$
- площадь озеленения –  $74364 \text{ м}^2$

## 2.3 Расчёт розы ветров

Значение второй строчки получаем умножением числителя на знаменатель. Затем находим сумму второй строчки и принимаем за 100 %, а значение второй строчки по каждой стороне света - за «X» (%). Составляем уравнение, получается третья строчка.

Вывод: В этом регионе преобладают западные и в меньшей мере юго-западные ветра. Объект нужно проектировать с учетом этих ветров.

Повторяемость ветров (%)

Скорость ветра (м/с)

Таблица 2.1 – Расчёт розы ветров за январь (Приложение 4 [7])

Пункт	Январь							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
г.Абакан	19/3,2	1/1,1	1/1,3	7/1,9	15/3,6	36/6,5	1/4	10/2,2
$\Sigma = 390,5$	60,8	1,1	1,3	13,3	54	234	4	22
100 %	19	0,28	0,33	3,41	15	36	6,02	17,43

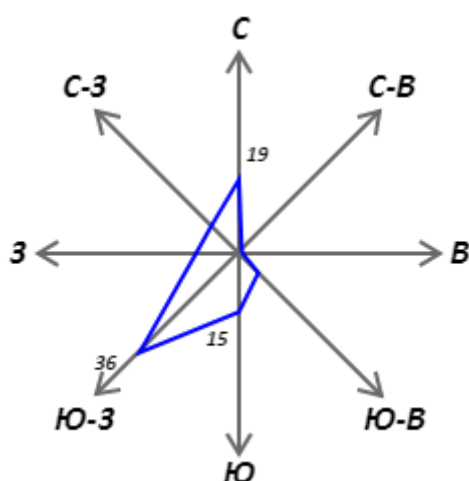


Рисунок 2.1 – Роза ветров за январь

Таблица 2.2 – Расчёт розы ветров за июль (Приложение 4 [7])

Пункт	Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
г.Тайшет	29/3,6	8/2,8	6/2,5	8/2,8	15/2,8	17/4,3	10/3,8	7/3,3
$\Sigma=340,4$	104,4	22,4	15	22,4	42	73,1	38	23,1
100 %	29	10,06	4,41	6,58	15	17	11,16	6,79

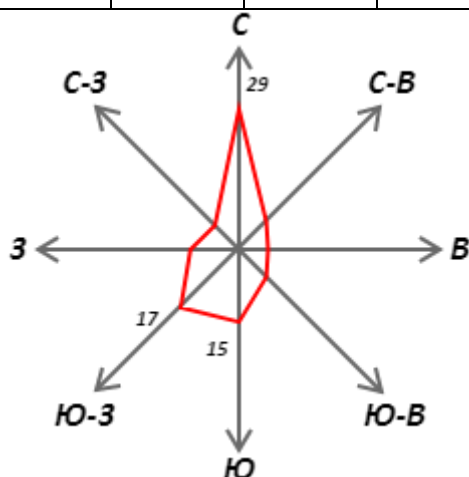


Рисунок 2.2 – Роза ветров за июль

## 2.4 Объемно-планировочное решение

Здание до реконструкции является двухэтажным, после реконструкции появится ещё один – третий этаж. В данном случае применяется коридорная система планировки.

Вход на третий этаж осуществляется с лестницы второго этажа, которая является также эвакуационной в случае пожара. Помимо, на этаже есть ещё одна эвакуационная лестница, которая не подлежит общему ежедневному использованию, а применяется лишь в случае эвакуации из здания.

Этаж имеет 2 части с близкими друг к другу размерами. Обе части имеют коридор, по обоим сторонам которого расположены учебные классы, а также помещения для дополнительного образования детей начальных и старших классов.

Для удобства предусмотрены мужской и женский туалеты на надстраиваемом этаже. До надстройки туалеты находились только на одном – первом этаже.

Добавлена ещё одна рекреация для активного времяпрепровождения школьников. Также в этом месте установлен фонтан и предусмотрена зона для спокойного отдыха.

Здание школы имеет вид с размерами 50.820 х 42.300 м. Высота этажа составляет 3 м, а всего здания 14 м. Этаж по конструктивному решению кирпичный. С данного этажа эвакуация осуществляется через два выхода.

На третьем этаже находятся следующие кабинеты: коррекционный, истории, биологии, иностранных языков, компьютерного программирования, геометрии, астрономии, политологии, конференц-зал, кабинет музыки и театра.

## **2.5 Конструктивное решение**

Надстраиваемый третий этаж школы запроектирован неправильной формы, состоящей из двух прямоугольников по типу второго имеющегося второго этажа в плане размером  $50.82 \times 42.30$  м. Объемно – планировочная структура здания – коридорного типа с горизонтальными коммуникациями.

В школе не имеется горючих веществ, смесей и воспламеняющихся изделий, поэтому принимаем категорию взрывопожароопасности Д.

Конструктивная схема цеха – бескаркасная с продольными несущими стенами.

## **Покрытие**

В реконструируемом здании принято утеплённое покрытие, состоящее из железобетонных пустотных плит. В качестве утеплителя принят пенополистирол. Крыша до реконструкции была вальмовой, после

реконструкции будет деревянной стропильной двускатной, впоследствии покрытая металлочерепицей.

### **Стены**

Материал конструкции стен надстраиваемого третьего этажа- кирпич. Утеплитель – пенополистирол. Наружные стены имеют ширину 640 мм, одна из несущих стен имеет ширину 380 мм, другая – 250 мм. Большую часть составляют перегородки, имеющие ширину 120 мм.

### **Остекление**

Приняты двухстворчатые окна из ПВХ поворотно-откидного типа высотой 1760 мм.

## **2.6 Теплотехнический расчет стены**

Исходные данные:

1) Климат местности и микроклимат помещения.

Район строительства: с. Зеленое Усть-Абаканского района Республики Хакасия.

Назначение здания: общественное.

Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений равна – 55 % (п.4.3. табл.1 для нормального влажностного режима [5]).

Расчетная температура наружного воздуха  $t_{ext}$ , определяемая по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 =  $-28^{\circ}\text{C}$  (табл. 1 столбец 5 [1]);

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха  $8^{\circ}\text{C}$  равна  $z_{ht} = 214$  сут. (табл. 1 столбец 11 [1]);



Средняя температура наружного воздуха за отопительный период  $t_{ht} = -3,1$  °С (табл. 1 столбец 12 [1]).

Стена состоит из следующих слоев:

1. Кирпич облицовочный толщиной 220 мм;
2. Утеплитель (пенополистирол) 170 мм;
3. Силикатный кирпич толщиной 250 мм;

Таблица 2.3 – Теплофизические характеристики материалов

№	Наименования	$\delta$ , мм	$\gamma$ , кг/ м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м· °С	$R=\delta/\lambda$ м <sup>2</sup> ·°С/Вт
1	Кирпич декоративный (бессер) на цементно–песчаном растворе	220	2300	0,96	0,1
2	Утеплитель	170	250	0,085	0,41
3	Силикатный кирпич на цементно–песчаном растворе	250	1800	0,87	0,11

### Определение толщины утеплителя

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции исходя из требований санитарных норм и энергосбережения.

### Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения

Определение градусо-суток отопительного периода по п.5.3[5]:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 + 3.1) \cdot 214 = 4943.4 \text{ °Сх сут.}$$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по табл.4 [5] в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b = 0.0003 \cdot 4943.4 + 1.2 = 2.680 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт},$$

где:  $D_d$  - градусо-сутки отопительного периода в с.Зеленое,

$a$  и  $b$  - коэффициенты, принимаемые по таблице 4 [5] для стен общественного здания.

Определение нормы тепловой защиты по условию санитарии.

Определение нормативного (максимально допустимого) сопротивления теплопередаче по условию санитарии [5]:

$$R_{reg} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t \cdot \alpha_{int}} = \frac{1(20 + 28)}{4 \cdot 8.7} = 1.379 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

расчет нормативного сопротивления теплопередачи по условию санитарии где:  $n = 1$  – коэффициент, принятый по таблице 6 [5] для наружной стены;

$t_{int} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$  – значение из исходных данных;

$t_{ext} = -28 \text{ } ^\circ\text{C}$  – значение из исходных данных;

$\Delta t_n = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимается по таблице 5 [5];

$\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимается по таблице 7 [5] для наружных стен.

#### Норма тепловой защиты

Из приведенных выше вычислений за требуемое сопротивление теплопередачи выбираем  $R_{req}$  из условия энергосбережения и обозначаем его теперь  $R_{tr0} = 2.680 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

#### Определение толщины утеплителя

Для каждого слоя заданной стены необходимо рассчитать термическое сопротивление по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

где:  $\delta_i$  – толщина слоя, мм;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт/(м·°C).

$$1 \text{ слой (Декоративный слой): } R_1 = \frac{0.22}{0.96} = 0.094 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$3 \text{ слой (Силикатный кирпич): } R_3 = \frac{0.25}{0.87} = 0.287 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

Определение минимально допустимого (требуемого) термического сопротивления теплоизоляционного материала (формула 5.6 [5]):

$$R_{ym}^{mp} = R_{mp_0} - (R_{int} + R_{ext} + \sum R_i) = 2.680 - \left( \frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + 0.094 + 0.287 + 0.023 \right) = 2.118 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

где:  $R_{int} = 1/\alpha_{int} = 1/8,7$  - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{ext} = 1/\alpha_{ext} = 1/23$  - сопротивление теплообмену на наружной поверхности,  $\alpha_{ext}$  принимается по таблице 14 [5] для наружных стен;

$\sum R_i = 0,094 + 0,287 + 0,023$  - сумма термических сопротивлений всех слоев стены без слоя утеплителя, определенных с учетом коэффициентов теплопроводности материалов в соответствии с влажностными условиями эксплуатации стены, м<sup>2</sup>·°C/Вт.

Толщина утеплителя равна:

$$\delta_{ym}^{mp} = \lambda_{ym} \cdot R_{ym}^{mp} = 0.085 \cdot 2.118 = 0.180 = 180 \text{ мм}$$

где:  $\lambda_{ут}$  - коэффициент теплопроводности материала утеплителя, Вт/(м·°C).

Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + R_{ii} = \frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + 0.022 + \frac{0.180}{0.085} + 0.287 + 0.025 = 2.681 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт},$$

где  $\sum R_{т,i}$  - сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, в том числе и слоя утеплителя, принятой конструктивной толщины, м<sup>2</sup>·°C/Вт.

Из полученного результата можно сделать вывод, что  $R_0 = 2.681 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$   $R_{\text{тр}0} = 2.680 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \rightarrow$  следовательно, толщина утеплителя подобрана правильно.

## 2.7 Внутренняя и наружная отделка помещений

Во всех помещениях в здании следует провести оштукатуривание поверхностей известковым раствором и водоземulsionной краской.

Таблица 2.4 – Ведомость отделки помещений третьего этажа школы

№ помещения	Потолок		Стены или перегородки	
	Площадь	Вид отделки	Площадь	Вид отделки
№1-27	841,76	Штукатурка известковым раствором М1304	135,85	Штукатурка известковым раствором М200

### 3 Конструктивный раздел

#### 3.1 Расчет обрешетки

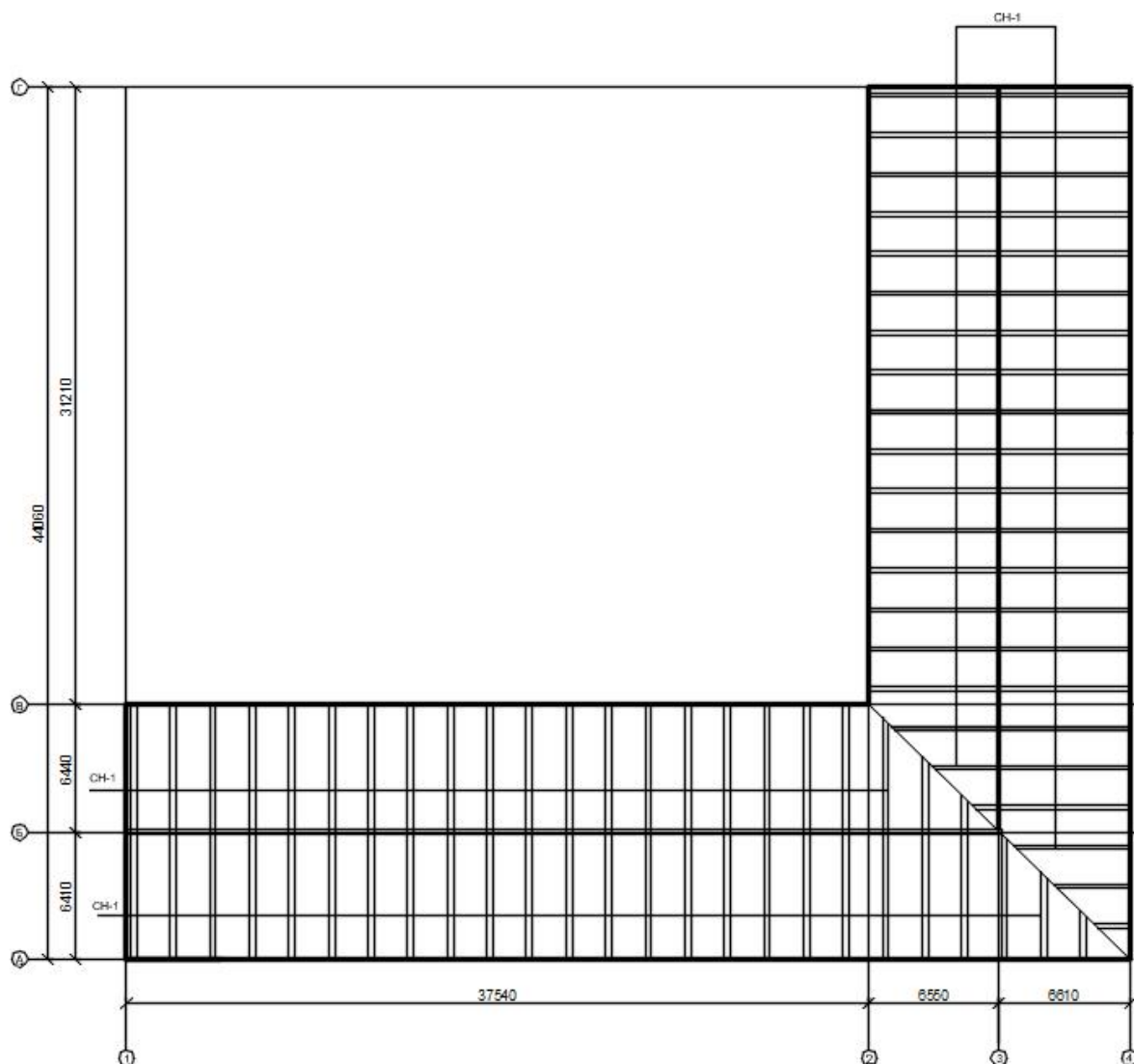


Рисунок 3.1 – Планировочная схема

Данные для расчета обрешетки под кровлю из металлочерепицы:

- угол наклона кровли к горизонту  $\alpha = 20^\circ$  ( $\cos \alpha = 0,94$ ;  $\sin \alpha = 0,342$ );
- расстояние между осями брусков  $s = 35 \text{ см} = 0,35 \text{ м}$  (рисунок 3.1);
- расстояние между осями стропильных ног  $B = 1,1 \text{ м}$ ;
- расчетная снеговая нагрузка по [6] для II района -  $1,2 \text{ кПа}$ ;

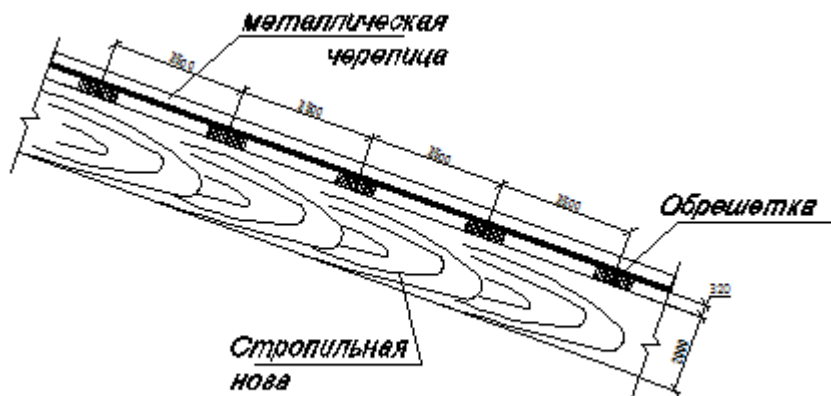


Рисунок 3.2 - Конструкция обрешетки

Обрешетку проектируем из досок сечением (32×100) мм по [7]. Плотность древесины  $\gamma=500 \text{ кг/м}^3$ .

Схему снеговых нагрузок и коэффициент  $\mu$  принимаем по приложению 3\* [6].

Определяем погонную равномерно распределенную нагрузку на один брусок (таблица 3.1).

### 3.1.1 Сбор нагрузок на погонный метр обрешетки

Таблица 3.1- Сбор нагрузок на погонный метр обрешетки

Наименование и подсчет нагрузок	Нормативная нагрузка, Н/м	Коэффициент перегрузки	Расчетная нагрузка, Н/м
Постоянная:	$q_n = \delta \times \rho$	$\gamma_f \geq 1$	$q_p$
Черепица Классик $s \cdot \gamma \cdot g = 0,35 \cdot 4,5 \cdot 9,57$	15,073	1,05 табл.1 [8]	15,827
Доска обрешетки $b \cdot h \cdot \gamma \cdot g = 0,032 \cdot 0,1 \cdot 500 \cdot 9,57$	15,312	1,1 табл.1 [8]	16,843
Итого	30,385		32,671
Временная:			
Снеговая $S_g \cdot s \cdot \cos \alpha = 1200 \cdot 0,35 \cdot 0,94$	276,27	0,7 [1]	394,671
Всего	306,655		427,342

Получаем полную расчетную равномерно распределенную нагрузку на погонный метр  $q^p = 0,428 \text{ кН/м}$ , нормативная нагрузка -  $q^n = 0,307 \text{ кН/м}$ . В

том числе постоянную  $g^p = 0,033 \text{ кН/м}$ ,  $g^h = 0,031 \text{ кН/м}$  и временную  $v^p = 0,394 \text{ кН/м}$ ,  $v^h = 0,276 \text{ кН/м}$ .

Обрешетку рассматриваем как двухпролетную неразрезную балку с пролетом  $l = B = 1,1 \text{ м}$  (рисунок 3.3).

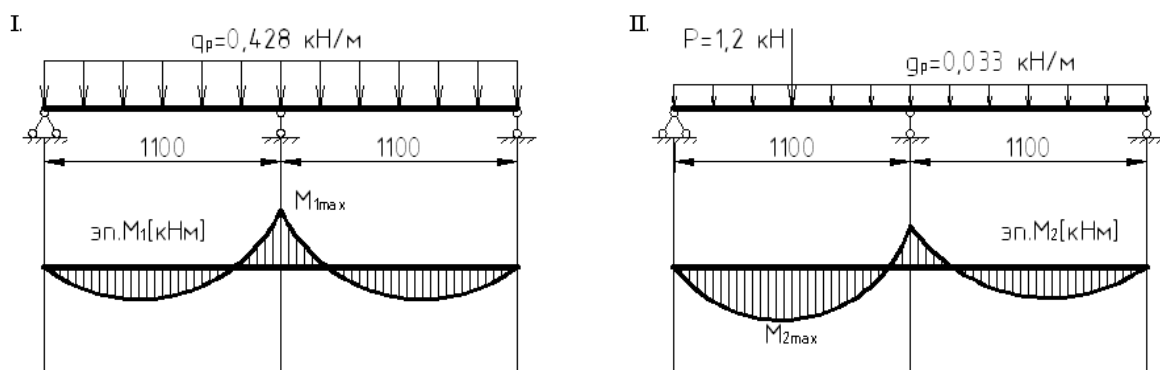


Рисунок 3.3- Расчетная схема доски обрешетки

Наибольший изгибающий момент равен:

а) для первого сочетания нагрузок:

$$M_1 = 0,125 q^p l^2 = 0,125 \cdot 0,428 \cdot 1,1^2 = 0,065 \text{ кНм}$$

б) для второго сочетания нагрузок:

$$M_2 = 0,07 g^p l^2 + 0,207 P l = 0,07 \cdot 0,033 \cdot 1,1^2 + 0,207 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 0,276 \text{ кНм}$$

Более невыгодным для расчета прочности доски является второй случай нагружения, т.к.  $M_1 = 0,065 \text{ кНм} < M_2 = 0,276 \text{ кНм}$ .

Так как плоскость действия нагрузки не совпадает с главными плоскостями сечения доски, то ее рассчитываем на косой изгиб.

Составляющие изгибающего момента относительно главных осей бруска равны:

$$M_x = M_2 \cdot \cos \alpha = 0,276 \cdot 0,94 = 0,259 \text{ кНм}$$

$$M_y = M_2 \cdot \sin \alpha = 0,276 \cdot 0,342 = 0,094 \text{ кНм}$$

Моменты сопротивления и инерции прямоугольного сечения следующие:

$$J_x = \frac{h^3 \cdot b}{12} = \frac{3,2^3 \cdot 10}{12} = 27,307 \text{ см}^4$$

$$J_y = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{10^3 \cdot 3,2}{12} = 266,667 \text{ см}^4$$

$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} = \frac{27,307}{0,5 \cdot 3,2} = 17,067 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{J_y}{x_{\max}} = \frac{266,667}{0,5 \cdot 10} = 53,333 \text{ см}^3$$

Наибольшее напряжение:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{0,259 \cdot 10^3}{17,067 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,094 \cdot 10^3}{53,333 \cdot 10^{-6}} = 16,976 \text{ МПа} < R_u$$

$$= 13 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 17,94 \text{ МПа}$$

Расчетное сопротивление изгибу вдоль волокон по таблице 3 [8] для древесины второго сорта  $R_u = 13 \text{ МПа}$ . Расчетное сопротивление древесины изгибу при расчете умножают на коэффициент условий работы 1,15. При расчете на сосредоточенный груз, кроме того, расчетное сопротивление умножают на коэффициент 1,2 (монтажная нагрузка).

Недонапряжение:  $\delta = \frac{17,94 - 16,976}{17,94} \cdot 100\% = 5\%$

Вывод: прочность обеспечена.

Определим прогиб при первом сочетании нагрузок.

Прогиб в плоскости перпендикулярной скату:

$$f_y = \frac{2,13 q^n \cos \alpha l^4}{384 E J_x} = \frac{2,13 \cdot 0,307 \cdot 10^3 \cdot 0,94 \cdot 1,1^4}{384 \cdot 10^{10} \cdot 27,307 \cdot 10^{-8}} = 0,859 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$= 0,859 \text{ мм}$$

Модуль упругости древесины при расчете по предельным состояниям второй группы вдоль волокон следует принимать равным  $E = 10000 \text{ МПа}$  по п.3.5. [8].

Прогиб в плоскости, параллельной скату:

$$f_x = \frac{2,13 q^n \sin \alpha l^4}{384 E J_y} = \frac{2,13 \cdot 0,307 \cdot 10^3 \cdot 0,342 \cdot 1,1^4}{384 \cdot 10^{10} \cdot 266,667 \cdot 10^{-8}} = 0,032 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$= 0,032 \text{ мм}$$

Полный прогиб:

$$f = \sqrt{0,859^2 + 0,032^2} = 0,86 \text{ мм}$$

Относительный прогиб  $\frac{f}{l} = \frac{0,86}{1100} = \frac{1}{1279} < \frac{1}{150}$

### 3.1.2 Расчет стропильной ноги

Стропильная система - наклонные стропила с двухрядным расположением промежуточных опор. Расстояние от стойки до наружной стены 7 м. Угол наклона ноги к горизонту  $\alpha = 20^\circ$  ( $\cos \alpha = 0,94$ ;  $\sin \alpha = 0,342$ ), расстояние между осями стропильных ног  $B = 1,1 \text{ м}$ , расчетная снеговая нагрузка по [6] для II района - 1,2 кПа. Для уменьшения пролета стропильных ног поставлены подкосы, нижние концы которых упираются в лежень. Для погашения распора стропильной системы установлены ригеля (рисунок 3.4).



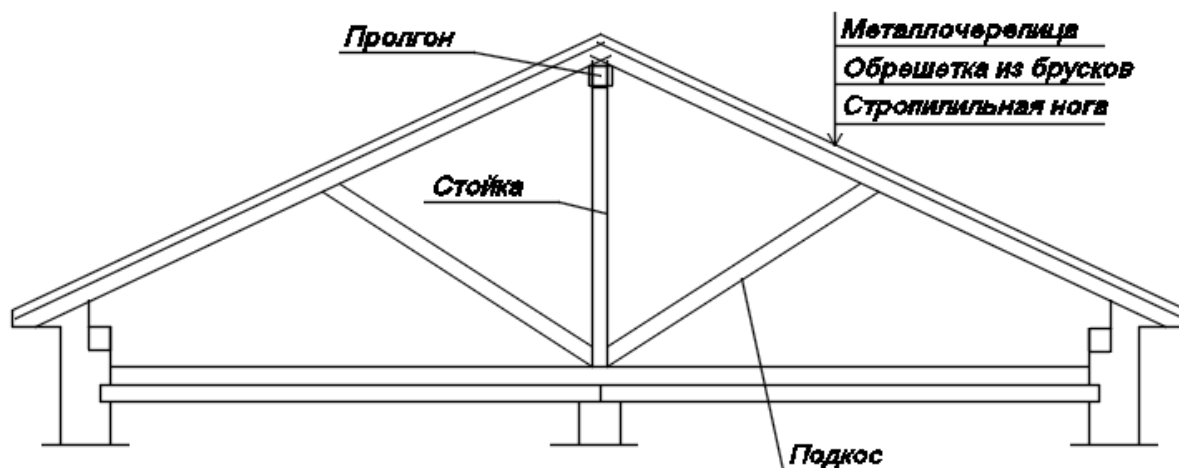


Рисунок 3.4 - Стропильная система

Общая длина стропильной ноги составляет:  $l = \frac{7}{0,94} = 7,57 \text{ м.}$

Высота стропил в коньке  $h = (6) \operatorname{tg} \alpha = 2,20 \text{ м.}$

Подкос направлен под углом  $45^\circ$  к горизонту. Точка пересечения осей подкоса и стропильной ноги располагается на расстоянии  $L_2 = \frac{6}{1 + \operatorname{ctg} 20^\circ} = 1,6 \text{ м}$  от оси столба, тогда  $L_1 = 6 - 1,6 = 4,4 \text{ м}$  (рисунок 2.4).

Угол между подкосом и стропильной ногой  $\gamma = 20^\circ + 45^\circ = 65^\circ$ .

Вычисляем нагрузку, приходящуюся на 1 погонный метр горизонтальной проекции стропильной ноги (табл.3.2). Предварительно принимая сечение стропильной ноги (200×75) мм согласно [8].

### 3.1.3 Сбор нагрузок на погонный метр стропильной ноги

Таблица 3.2 - Сбор нагрузок на погонный метр стропильной ноги

Наименование и подсчет нагрузок	Нормативная нагрузка, Н/м	Коэффициент перегрузки	Расчетная нагрузка, Н/м
Постоянная:			
Металлочерепица $\delta=0,001 \text{ м, } \rho=10 \text{ кН/м}^3$	$(0,001 \cdot 10) / \cos 34 = 0,012$	1,1 (табл.1[16])	0,013
Обрешетка из брусков 25*150 мм., шаг 350 мм. $\rho=5 \text{ кН/м}^3$	$(0,025 \cdot 0,15 \cdot 5) / 0,35 \cdot \cos 34 = 0,04$	1,1 (табл.1[16])	0,044
стропильная нога сечением 200х50 мм., с шагом 1 м., $\rho=5 \text{ кН/м}^3$	$(0,2 \cdot 0,05 \cdot 5) / \cos 34 = 0,04$	1,1 (табл.1[16])	0,044
<b>Итого</b>	<b>0,092</b>		<b>0,101</b>
Временная:			
Снеговая	0,588	0,7 (п.5.7*[16])	0,84
	<b>0,68</b>		<b>0,941</b>

Получаем полную расчетную равномерно распределенную нагрузку на погонный метр  $q^p = 0,941 \text{ кН/м}$ , нормативная нагрузка -  $q^n = 0,68 \text{ кН/м}$ . В том числе постоянную  $g^p = 0,101 \text{ кН/м}$ ,  $g^n = 0,092 \text{ кН/м}$  и временную  $v^p = 0,84 \text{ кН/м}$ ,  $v^n = 0,092 \text{ кН/м}$ .

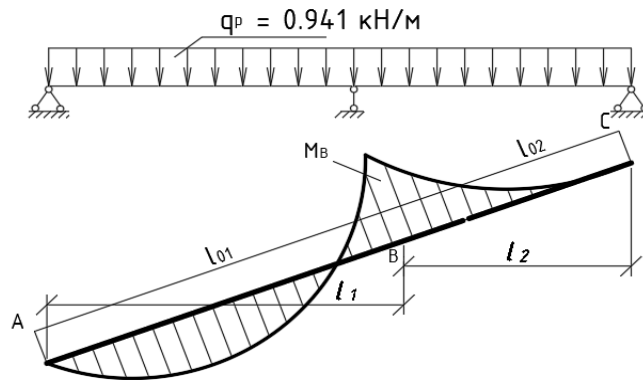


Рисунок 3.5 – Расчетная схема стропильной ноги

### 3.1.4 Расчет на прочность

Стропильная нога работает как наклонная изгибаемая балка, опирающаяся на два прогона: коньковый и настенный (мауэрлат). Расчетная схема стропил выглядит, как балка на двух опорах, нагруженная по всей длине равномерно распределенной нагрузкой.

Составляющие расчетной нагрузки:

$$q_x = q \cdot \sin \alpha = 0.941 \cdot 0.56 = 0.526 \text{ кН/м}$$

$$q_y = q \cdot \cos \alpha = 0.941 \cdot 0.83 = 0.871 \text{ кН/м}$$

Максимальный расчетный изгибающий момент:

$$M_{\max} = \frac{q_y \cdot L_c^2}{8} = \frac{0.871 \cdot 7.5^2}{8} = 5.49 \text{ кНм}$$

Расчетная продольная сила:

$$N = \frac{q_x \cdot L_c}{2} = \frac{0.526 \cdot 7.5}{2} = 1.97 \text{ кН}$$

Условие прочности балки из пластичного материала (в нашем случае — дерева), испытывающей прямой поперечный изгиб в сочетании с осевым растяжением (сжатием), имеет следующий вид:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F_x} + \frac{M_{\max}}{W_x} \leq R \quad (3.1)$$

Подставим известные нам абсолютные значения усилий в формулу (3.1):

$$\frac{1.97 \cdot 10^3}{F_x} + \frac{5.49 \cdot 10^3}{W_x} \leq R = 13 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Из двух слагаемых левой части неравенства (2), первое по абсолютному значению меньше второго. Действительно, числитель второго слагаемого больше первого более чем в 2 раза, а отношение их знаменателей можно выразить следующей зависимостью:

$$\frac{W_x}{F} = \frac{(b \cdot h^2/6)}{(b \cdot h)} = \frac{h}{6}, \quad (3.2)$$

т.е. для наиболее употребительных размеров сечений деревянных элементов (стропил) момент сопротивления  $W_x$  численно меньше площади  $F$  в 25-50 раз. Вследствие этого сечение стропильных ног подбираем по второму слагаемому, но с небольшим запасом:

$$\frac{5,49 \cdot 10^3}{W_x} \leq R = 13 \cdot 10^3, \text{ тогда } W_x \geq \frac{5,49}{13 \cdot 10^3} = 356 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 356 \text{ см}^3,$$

где:  $W_{тр}$  – требуемый момент сопротивления сечения стропил.

По [7] подберем такие размеры поперечного сечения стропильных ног, при которых фактическая величина момента сопротивления сечения ( $W_x$ ) будет чуть больше требуемой величины ( $W_{тр}$ ). Данному условию удовлетворяет брус размером сечения  $b \times h = 5 \times 20$  см, расчетный момент сопротивления которого составляет:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \cdot 20^2 \cdot 10^{-6}}{6} = 372 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 372 \text{ см}^3 > 356 \text{ см}^3.$$

Площадь принятого поперечного сечения будет равна  $F = b \times h = 5 \times 20 = 100 \text{ см}^2$ .

Проверим условие прочности (1) для принятого сечения стропильных ног, подставив найденные значения  $W_x$  и  $F$  в выражение (2):

$$\frac{1,97 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^{-4}} + \frac{5,49 \cdot 10^3}{372 \cdot 10^{-6}} = 12,76 \cdot 10^6 \leq R = 13 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Условие прочности выполнено.

### 3.1.5 Расчет стойки

Принимаем стойку из бруса сечением (150×150) мм. Расчетное нормальное усилие при полном загрузении двух смежных пролетов  $N = 4,8 \text{ кН}$ , расчетная схема на рисунке 3.6.

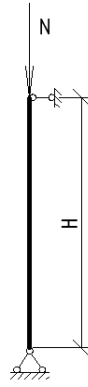


Рисунок 3.6 – Расчетная схема стойки

Определим гибкость элемента по формуле 9 [9]:

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{3,2}{4,33 \cdot 10^{-2}} = 73,9$$

где  $l = 3,2$  м - расчетная длина стойки,

$$r = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{15^4}{12 \cdot 15^2}} = 4,33 \text{ см} - \text{радиус инерции сечения.}$$

Тогда коэффициент продольного изгиба определим по формуле 8 [9], т.к.  $\lambda = 73,9 > 70$ :

$$\varphi = \frac{A}{\lambda^2} = \frac{3000}{73,9^2} = 0,549$$

где  $A = 3000$  - коэффициент для древесины п.4.3. [9].

Проверка прочности:

$$\frac{N}{\varphi F_{расч}} = \frac{4,8 \cdot 10^3}{0,549 \cdot 0,0225} = 0,389 \text{ МПа} \leq R_c = 15 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Где расчетное сопротивление сжатию древесины вдоль волокон  $R_c = 15$  МПа по табл.3 [8] и  $F_{расч} = 0,15 \cdot 0,15 = 0,0225 \text{ м}^2$  - площадь поперечного сечения стойки.

### 3.1.6 Расчет подкоса (прогон - стойка)

Расчетная длина подкоса  $l = 1,16$  м. Сжимающее усилие  $N = 13,68$  кН. Площадь сечения (100×50) мм.

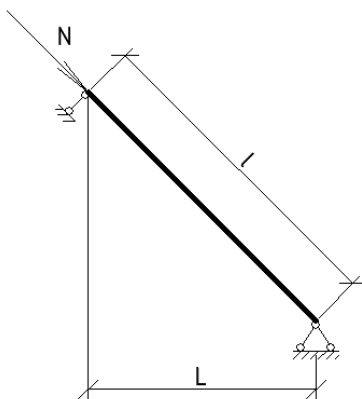


Рисунок 3.7 - Расчетная схема подкоса прогона

Проверим прочность:

$$\frac{N}{F_{расч}} = \frac{13,68 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 0,05} = 2,736 \text{ МПа} \leq R_c = 13 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

Где расчетное сопротивление сжатию древесины вдоль волокон  $R_c = 15 \text{ МПа}$  по табл.3 [9].

### 3.1.7 Расчет подкоса (стропильная нога-лежень)

Принимаем подкос из двух досок сечением (50×150) мм расстояние между ними равно толщине стропильной ноги 75 мм. Расчетное нормальное усилие  $N = 8,78 \text{ кН}$ , расчетная схема на рисунке 2.8.

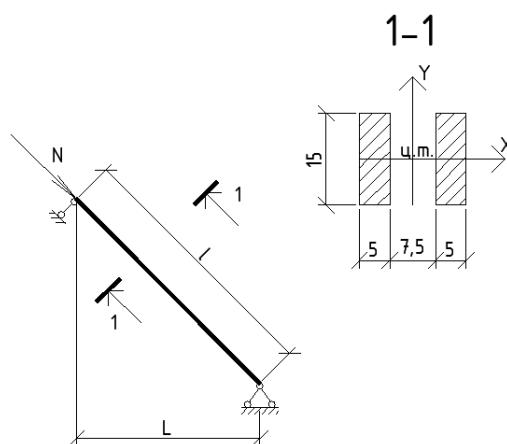


Рисунок 3.8 - Расчетная схема подкоса стропильной ноги

Определим гибкость элемента по формуле 9 [9]:

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{3,35}{4,33 \cdot 10^{-2}} = 77,37$$

где  $l = 3,2$  м - расчетная длина стойки,

$$r = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{2,813 \cdot 10^{-5}}{0,015}} = 4,33 \text{ см} - \text{радиус инерции сечения},$$

$$I_x = [(I_{x1} + A_1 a_1^2) - (I_{x2} + A_2 a_2^2)] = \frac{15^3 \cdot 5}{12} + \frac{15^3 \cdot 5}{12} = 2812,5 \text{ см}^4$$

$$= 2,813 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

$$F = 0,15 \cdot 0,05 \cdot 2 = 0,015 \text{ м}^2$$

Тогда коэффициент продольного изгиба определим по формуле 8 [9], т.к.

$$\lambda = 73,9 > 70: \quad \varphi = \frac{A}{\lambda^2} = \frac{3000}{77,37^2} = 0,501$$

где  $A = 3000$  - коэффициент для древесины п.4.3. [9].

Проверка прочности:

$$\frac{N}{\varphi F_{расч}} = \frac{8,78 \cdot 10^3}{0,501 \cdot 0,015} = 1,158 \text{ МПа} \leq R_c = 13 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

## 3.2 Расчет многпустотной плиты перекрытия

### 3.2.1. Сбор нагрузок

Проектируемый несущий элемент плита покрытия ПК 63.12 сборная железобетонная по серии 1.141 входит в состав покрытия и перекрытия здания школы. Здание отапливаемое, влажность менее 75%. Плита опирается на несущие стены из кирпича, пролётом 6,3 м. На проектируемый элемент действуют постоянные и временные нагрузки.

Постоянные нагрузки определяются из условия:

$$q = q^n \cdot \gamma_f (\text{кПа}), \quad q^n = t \cdot \rho \cdot 10^{-2} (\text{кПа}), \text{ где}$$

$t(\text{м})$  - толщина конструкции;

$\rho(\text{кг}/\text{м}^3)$  - плотность материала конструкции;

$\gamma_f$  - т 1 [3] коэффициент надежности по нагрузке.

$$\text{Нагрузка от плит } q = q^n \cdot \gamma_f (\text{кПа}), \quad q^n = \frac{m_{пл} \cdot 10^{-2}}{b \cdot l} (\text{кПа}), \text{ где}$$

$m_{пл}(\text{кг})$  - масса плиты,

$b \cdot l(\text{м})$  - размеры плиты.

Сбор нагрузок 1 м<sup>2</sup> покрытия.

Таблица 3. 3 – Сбор нагрузок на покрытие

Наименование нагрузки расчет (кПа)	Норм. (кПа)	коэф. $\gamma_f$	Расчетная (кПа)
Постоянная нагрузка			
1. Металлочерепица $0,001 \cdot 7800 \cdot 10^{-2} =$	0,078	1,2	0,094
2. Обрешетка $\frac{0,06 \cdot 0,06 \cdot 500 \cdot 10^{-2}}{0,35} =$	0,051	1,1	0,057
3. Стропила $\frac{0,18 \cdot 0,06 \cdot 500 \cdot 10^{-2}}{1} =$	0,054	1,1	0,059
Итого:	0,183		0,21
Временная От снега	0,84	0,7	1,2

Всего:  $g^n = 0,183 + 0,84 = 1,023$  кПа

$g = 0,21 + 1,2 = 1,41$  кПа

Сбор нагрузок 1 м<sup>2</sup> чердачного перекрытия.

Таблица 3.4 – Сбор нагрузок на перекрытие

Наименование нагрузки расчет (кПа)	Норм. (кПа)	коэф. $\gamma_f$	Расчетная (кПа)
Постоянная нагрузка			
4. Цементно – песчаная стяжка $0,015 \cdot 1800 \cdot 10^{-2} =$	0,27	1,3	0,351
5. Утеплитель пенополистерол $0,2 \cdot 40 \cdot 10^{-2} =$	0,08	1,2	0,096
6. Пароизоляция $0,002 \cdot 600 \cdot 10^{-2} =$	0,012	1,3	0,0156
7. От плиты $\frac{2250 \cdot 10^{-2}}{1,2 \cdot 6,3} =$	2,976	1,1	3,273
Итого:	3,338		3,736
Временная: Равномерно распределенная на чердачное перекрытие	0,7	1,3	0,91

Всего:  $g^n = 3,338 + 0,7 = 4,038$  кПа

$g = 3,736 + 0,91 = 4,646$  кПа

Сбор нагрузок 1 м<sup>2</sup> междуэтажного перекрытия.

Таблица 3.5 – Сбор нагрузок на междуэтажное перекрытие

Наименование нагрузки расчет (кПа)	Норм. (кПа)	коэф. $\gamma_f$	Расчетная (кПа)
Постоянная нагрузка			
8. Ленолеум $0,005 \cdot 1800 \cdot 10^{-2} =$	0.09	1.2	0.11
9. Доски шпунтованные $0,028 \cdot 500 \cdot 10^{-2} =$	0.14	1,1	0.15
10. Лаги $\frac{0,1 \cdot 0,05 \cdot 500 \cdot 10^{-2}}{0,5} =$	0.05	1,1	0.06
11. Звукоизоляция $0,017 \cdot 270 \cdot 10^{-2} =$	0,046	1,2	0,055
12. От плиты $\frac{2250 \cdot 10^{-2}}{1,2 \cdot 6,3} =$	2,976	1,1	3.273
Итого:	3,302		3,648
Временная :Равномерно распределенная на междуэтажное перекрытие	1,5	1,3	1.95

Всего:  $g'' = 3,302 + 1,5 = 4,802$  кПа

$g = 3,648 + 1.95 = 5,598$  кПа

### 3.2.2 Расчёт пустотной плиты

Плита сборная железобетонная марки ПК63.12, выполнена в опалубке плиты по серии 1.141.1 без предварительного напряжения. Номинальные размеры  $b_{пл} = 1200$  мм,  $\ell_{пл} = 6300$  мм, конструктивные размеры  $b_k = 1190$  мм,  $\ell_k = 6280$  мм. Вес плиты 2250 кг., расход бетона  $0,884 \text{ м}^3$ . Бетон тяжёлый класса В15 подвергнут тепловой обработке.

Плита армируется 4 плоскими сварными каркасами, установленными через 2 – 3 отверстия. Рабочая продольная арматура класса А-400, распределительная и поперечная класса Вр-I или А-300. Для восприятия нагрузок в стадии изготовления, транспортировки и монтажа плита армируется конструктивно двумя сетками из арматуры  $\varnothing 5$  Вр-I с шагом в продольной арматуре 150 мм, поперечной арматуре 200 мм. Монтажные петли выполняются из арматуры класса А-300.

Определение расчётной схемы нагрузок и усилий.

Так как  $\ell_{пл} / b_{пл} = 6,3 / 1,2 = 5,25 > 2$  расчётную схему плиты принимаем как балки шарнирно закреплённой на опорах, загруженной равномерно



распределённой нагрузкой.  $g_{пл}=q \cdot b_{пл}$  (кН/м), где  $g$  (кПа)- полная расчётная нагрузка на  $1\text{м}^2$  покрытия.

$$g_{пл} = 5,598 \cdot 1,2 = 6,72 \text{ кН/м}$$

$b_1=0,12\text{м}$ ,  $b_2=0,12\text{м}$  – величина опирания плиты.

$$\ell_{ef} = \ell_{пл} - b_1/2 - b_2/2$$

$$\ell_{ef} = 6,3 - 0,12/2 - 0,12/2 = 6,18\text{м}$$

$$M = \frac{g_{пл} \cdot \ell_{ef}^2}{8 \cdot 1000} = \frac{6,72 \cdot 6,18^2}{8 \cdot 1000} = 0,032\text{мН}$$

$$Q = \frac{g_{пл} \cdot \ell_{ef}}{2 \cdot 1000} = \frac{6,72 \cdot 6,18}{2 \cdot 1000} = 0,02\text{мН}$$

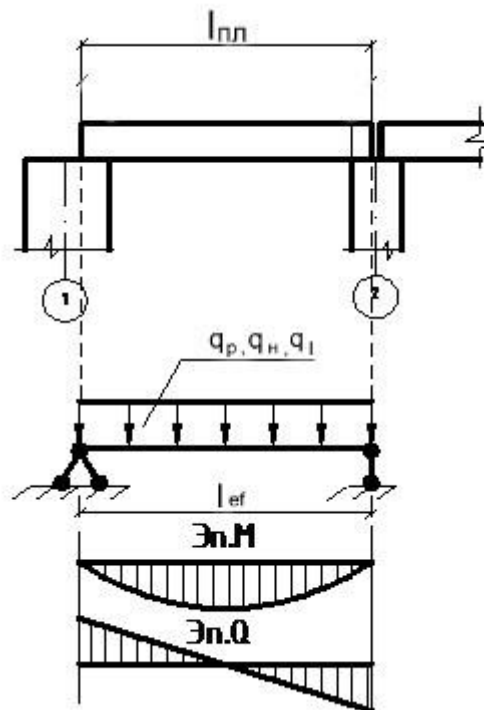


Рисунок 3.9 – Расчетная схема пустотной плиты

### 3.2.3 Определение параметров расчётного сечения

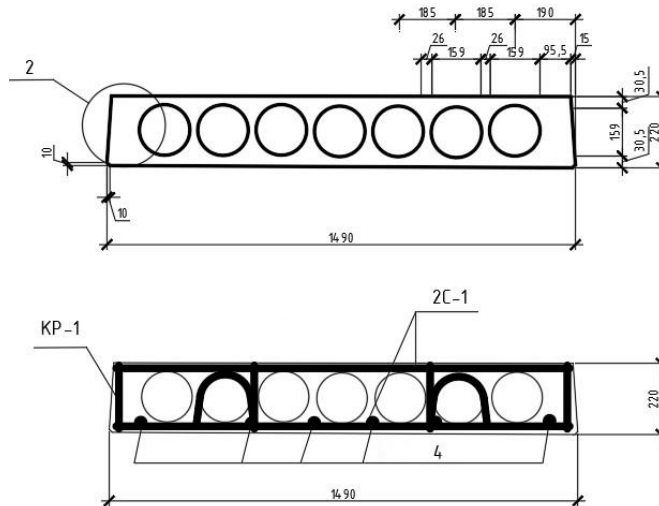


Рисунок 3.10 – Параметры расчетного сечения пустотной плиты

$$d = 159 \text{ мм.} \quad h_1 = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 159 = 143,1 \text{ мм.}$$

$$b_k = 1190 \text{ мм; } n = 6 - \text{ количество пустот}$$

Расчётное сечение плиты приводится к эквивалентному двутавровому сечению, заменяя площадь круглых пустот прямоугольными той же площади.

$$h = 220 \text{ мм.} = 0,22 \text{ м.}; \quad a = 30 \text{ мм.} = 0,03 \text{ м.}; \quad h_0 = h - a = 0,22 - 0,03 = 0,19 \text{ м.}$$

$$h'_f = \frac{h - h_1}{2} = \frac{0,22 - 0,143}{2} = 0,039 \text{ м.}; \quad b^I_f = b_k - 2 \cdot 15 = 1190 - 2 \cdot 15 = 1160 \text{ мм.}$$

$$b = b_k - n \cdot h_1 = 1,19 - 6 \cdot 0,143 = 0,33 \text{ м}$$

### 3.2.4 Расчёт прочности по нормальным сечениям (продольного армирования)

Выписка расчётных характеристик:

$R_b = 7,7 \text{ МПа т.8 [10]}$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, уточненное на  $\gamma_{b2} = 0,9$ ;

$R_s = 365 \text{ МПа т.15 [10]}$  – расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению для  $\varnothing 10-40 \text{ А-400}$ ;

$\gamma_{b2} = 0,9 \text{ т.21 [6]}$  – коэффициент учитывающий длительность нагрузки и неблагоприятные условия для нарастания прочности бетона.

Определение граничной относительной высоты сжатой зоны:

$$\xi_r = 0,652 \quad A_{or} = 0,440 \text{ т.18 [10].}$$

Определение граничного момента:

$$M_{ep} = M_{сеч} = R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f); \text{ (мНм)}$$

$$M_{гр} = M_{сеч} = 7,7 \cdot 1,16 \cdot 0,039 \cdot (0,19 - 0,5 \cdot 0,039) = 0,0594 \text{ мНм}$$

Определение положения границы сжатой зоны:

$M = 0,032 \text{ мНм} \leq M_{гр} = 0,0594 \text{ мНм} \Rightarrow$  граница сжатой зоны проходит в полке.

Определение табличного коэффициента  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f^1 \cdot h_0^2} = \frac{0,032}{7,7 \cdot 1,16 \cdot 0,19^2} = 0,099$$

По таблице 3.1.[11] находим  $\xi = 0,1$  при найденном  $\alpha_m = 0,099$  и значение  $\zeta = 0,95$ .

Проверка условия одиночного армирования:

$$\alpha_m = 0,099 \leq A_{ор} = 0,440.$$

Условие выполняется, сечение проектируется с одиночным армированием.

Определение требуемой площади рабочей арматуры:

$$A_s^{тр} = \frac{M}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta}; (\text{м}^2) \quad \eta = 0,95 \text{ по } \alpha_m = 0,099, \text{ т.20 [10];}$$

$$A_s^{тр} = \frac{0,032 \cdot 10^{-4}}{365 \cdot 0,19 \cdot 0,95} = 4,86 \text{ см}^2$$

Назначение армирования:

4 Ø 14 А-400  $A_s = 6,16 \text{ см}^2$ ;  $A_s^{тр} = 4,86 \text{ см}^2$  по приложению 4 [10].

Определение процента армирования:

$$\mu\% = \frac{A_s \cdot 100}{b \cdot h_0} = \frac{6,16 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{0,33 \cdot 0,19} = 0,98 \%$$

$$\mu\% = 0,98\% \geq \mu_{\min} = 0,05\%, \text{ т.38 [10].}$$

Определение величины сжатой зоны:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b_f^1} = \frac{365 \cdot 6,16 \cdot 10^{-4}}{7,7 \cdot 1,16} = 0,02 \text{ м}$$

Проверка прочности сечения:

$$M_{сеч} = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x) = 365 \cdot 6,16 \cdot 10^{-4} (0,19 - 0,5 \cdot 0,02) = 0,041 \text{ мНм}$$

$$M_{сеч} \geq M \quad 0,041 \text{ мНм} > 0,032 \text{ мНм}$$

Условие выполняется, прочность обеспечена при армировании 4Ø14А-400.

### 3.2.5 Расчёт прочности по наклонным сечениям (поперечного армирования)

Назначение поперечного армирования по конструктивным требованиям:

$$d_{sw}=0,25*d_1=0,25*14=3,5 \text{ мм.}$$

$$\text{Принимаем } \varnothing d_{sw}=4 \text{ Вр-I, } A_{sw1}=0,126 \text{ см}^2, A_{sw}=4*0,126=0,504 \text{ см}^2$$

$$d_2=d_{sw}+2=4+2=6 \text{ мм.}$$

Принимаем  $\varnothing 6 \text{ A400}$  по приложению VI [11].

Назначение шага поперечной арматуры по длине элемента по требованию п.5.69 [10]:

$$\text{Так как } h \leq 450 \text{ мм. } S_1 \leq 0,5h; S_1 \leq 150 \text{ мм.}$$

$$S_2 \leq 0,75h; S_2 \leq 500 \text{ мм.}$$

$$S_1=0,5*220=110 \text{ мм; принимаем } S_1=100 \text{ мм.}$$

$$S_2=0,75*220=165 \text{ мм; принимаем } S_2=150 \text{ мм.}$$

Выписка расчётных характеристик:

$R_{bt}=0,67 \text{ МПа т.8 [10]}$  – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, с уточнением на  $\gamma_{b2}=0,9$ ;

$\varphi_{b2}=2,0$ ;  $\varphi_{b3}=0,6$ ;  $\varphi_{b4}=1,5$  т.21 [10] – расчетные коэффициенты для тяжелого бетона;

$\gamma_{b2}=0,9$  т. 21 [6] - коэффициент, учитывающий длительность нагрузки и неблагоприятные условия для нарастания прочности бетона;

$R_{sw}=265 \text{ МПа т.15 [10]}$  – расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению.

Проверка условий  $S_1 \leq S_{\max}$ :

$$S_{\max} = \varphi_{b4} * R_{bt} * b * h_0^2 / Q;$$

$$S_{\max} = 1,5 * 0,67 * 0,33 * 0,19^2 / 0,02 = 0,6 \text{ м.}$$

$$S_1 = 0,1 \text{ м} \leq S_{\max} = 0,6 \text{ м.}$$

Определение усилия в хомутах на единицу длины в пределах наклонного сечения:

$$q_{sw} = R_{sw} * A_{sw} / S \text{ (МН/м);}$$

$$q_{sw} = 265 * 0,00005 / 0,1 = 0,134 \text{ МН/м}$$

Определение минимальной величины  $Q_{bmin}$  воспринимаемой бетоном:

$$Q_{bmin} = \varphi_{b3}(1 + \varphi_f) * R_{bt} * b * h_0;$$

$$\varphi_f = \frac{0,75(b_f^I - b) * h_f^I}{b * h_0} \leq 0,5,$$

где  $(b_f^I - b)$  принять не более  $3 * h_f^I$

$$b_f^I - b = 1,46 - 0,33 = 1,13$$

$$3 * h_f^I = 3 * 0,039 = 0,17$$

$$\varphi_f = 0,75(0,17) * 0,039 / 0,33 * 0,19 = 0,037$$

$$Q_{bmin} = 0,6(1 + 0,037) * 0,67 * 0,33 * 0,19 = 0,039 \text{ МН.}$$

Проверка условий расчёта для определения длины проекции наклонной трещины:

$$q_{sw} > Q_{bmin} / 2h_0;$$

$$0,134 \text{ мН/м} > 0,039/2 \cdot 0,19 = 0,103 \text{ мН/м}$$

Определение длины проекции наклонной трещины:

$$C_0 = \sqrt{M_b / q_{sw}} \leq 2h_0$$

$$M_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f) \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2 \text{ (мНм)};$$

$$M_b = 2 \cdot (1 + 0,037) \cdot 0,67 \cdot 0,33 \cdot 0,19^2 = 0,025 \text{ мНм}$$

$$C_0 = \sqrt{0,025 / 0,134} = 0,43 \text{ м} > 2h_0 = 0,38 \text{ м}$$

Принимаем  $C_0 = 0,38 \text{ м}$

Определение распределённой нагрузки для вычисления C:

$$g_1 = g_{эл} \text{ (мН/м)}; \quad g_1 = g_{эл} = 0,006 \text{ мН/м}$$

Проверка условий расчёта для определения длины проекции наклонного сечения:

$$g_1 < 0,56 \cdot q_{sw}$$

$$0,006 \text{ мН/м} < 0,56 \cdot 0,134 = 0,075 \text{ мН/м}$$

Определение C – длины проекции наклонного сечения:

$$C = \sqrt{M_b \cdot q_1} \leq \varphi_{b2} / \varphi_{b3} \cdot h_0$$

$$C = \sqrt{0,025 / 0,006} = 2,04 \text{ м}$$

$$2,04 \text{ м} > 2/0,6 \cdot 0,19 = 0,633 \Rightarrow \text{принимаем } C = 0,633 \text{ м.}$$

Определение поперечной силы воспринимаемой бетоном:

$$Q_b = M_b / C \geq Q_{bmin} = 0,039 \text{ мН}$$

$$Q_b = 0,025 / 0,633 = 0,039$$

Принимаем  $Q_b = Q_{bmin} = 0,039 \text{ мН}$

Проверка ограничений  $C_0$ :

$$C_0 \leq C$$

$$C > h_0$$

$$C_0 > h_0$$

$$0,38 \text{ м.} \leq 0,633 \text{ м.}$$

$$0,633 \text{ м.} > 0,19 \text{ м.}$$

$$0,38 \text{ м.} > 0,19 \text{ м.}$$

Определение поперечной силы воспринимаемой арматурой:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot C_0 = 0,134 \cdot 0,38 = 0,051 \text{ мН}$$

Проверка условий прочности:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} \text{ (мН)};$$

$$Q_b + Q_{sw} = 0,039 + 0,051 = 0,09 \text{ мН}$$

$$\text{где } Q = Q_{max} - q_1 \cdot C \text{ (мН)}$$

$$Q = 0,02 - 0,006 \cdot 0,633 = 0,016 \text{ мН}$$

$$0,016 \text{ мН} \leq 0,09 \text{ мН}$$

Прочность обеспечена.

Выполним конструирование каркаса.

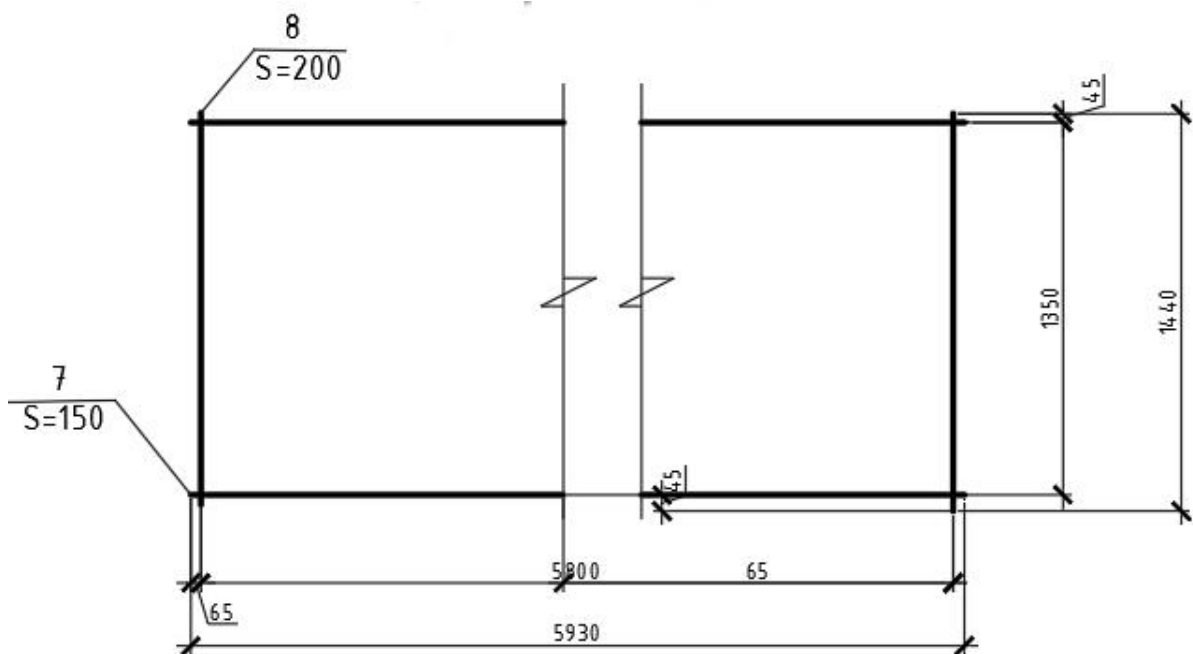


Рисунок 3.11 – С – 1 (Поз.2)

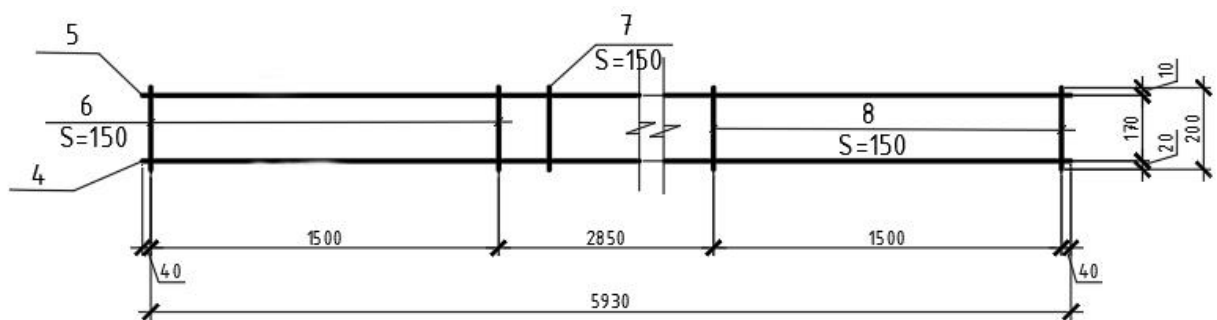


Рисунок 3.12 – КР – 1 (Поз.2)

### 3.2.6 Расчёт монтажных петель

Определение массы элемента, приходящейся на одну петлю:

$$m = m_{пл} * \gamma * \gamma_f / n,$$

где  $m_{пл}$  - вес плиты (кг);

$\gamma$  - коэффициент динамичности п.1.13 [6];

$\gamma_f=1,1$  - коэффициент надёжности по нагрузке т.1. [6];

$n$  - расчётное количество петель [10].

$$m = 2250 * 1.4 * 1.1 / 3 = 1155 \text{ кг}$$

Назначение диаметра: Ø 14 A240 т. 49 [10].

## 4 Основания и фундаменты

### 4.1 Оценка инженерно-геологических условий

В данном проекте мы делаем надстройку третьего этажа на существующее здание. Здание имеет достаточно надежный ленточный сборный фундамент. Фундамент залегает на глубине 2,0 м. Ширина фундаментной ленты 0,6 м. Так как фундамент уже существует, нами производится проверочный расчет несущей способности с учетом увеличения нагрузки от проектируемой нами надстройки третьего этажа. Геологический разрез участка был составлен на основе инженерно-геологических изысканий. Фундамент стоит на суглинке толщиной 2,5 м. Ниже залегает галечник с песчаным заполнителем толщиной 0,5 м. Далее галечник с песчаным заполнителем на большую глубину.



Рисунок 4.1 – Инженерно-геологический разрез

### 4.2 Проверочный расчет несущей способности фундаментов

#### 4.2.1 Определение нагрузок, действующих на основание

Определим нагрузку на фундаменты трехэтажного здания с кирпичными стенами, несущими всю нагрузку от собственного веса, веса полезной нагрузки, и передающими эту нагрузку на фундамент и основание.

Толщина наружных стен 640 мм, внутренних стен на 1 и 2 этажах – 380 мм. Нагрузка от веса кровли и снега передается на наружные оси здания. Междуетажное перекрытие между 2 и 3 этажами – сборное железобетонное.

#### 4.2.2 Сбор нагрузок на наружный ленточный фундамент

Грузовая площадь для наружного фундамента составляет с учетом того, что расстояние между осями здания составляет 6,4 м:

$$A_{зп1} = 0,88 \cdot 6,40 = 5,65 \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

Согласно п.3.9 [6] временные нагрузки на перекрытия следует снижать умножением на коэффициент  $\phi_{n1}$ .

$$\phi_{n1} = 0.5 + \frac{\phi_{A1} - 0.5}{\sqrt{n}} = 0.5 + \frac{1 - 0.5}{\sqrt{3}} = 0.79,$$

где  $\phi_{A1}$  - коэффициент, определяемый согласно п.3.8,б [6], так как грузовая площадь  $A_{гр} < 36 \text{ м}^2$ , принимаем  $\phi_{A1} = 1$ .

Таблица 4.1 – Сбор нагрузок на крайний фундамент

Вид нагрузки и расчет	Поверхностная нагрузка кПа		L <sub>гр</sub> м <sup>2</sup>	Общая кН	
	q <sup>n</sup>	q		N <sup>n</sup>	N
Постоянная					
1. От покрытия	0,183	0,21	5.65	1,034	1.187
2. От чердачного перекрытия	3,338	3,736	5.65	18.86	21.11
3. От междуэтажного перекрытия	3,302	3,648	5.65	18.66	20.61
4. От стены:	-	-	-	38,99	42,89
Итого:				77.544	85.797
Временная					
1. От покрытия	0,84	1.2	5.65	4.746	6.78
2. От чердачного перекрытия	0,7	0,91	5.65	3.96	5,14
3. От междуэтажного перекрытия	1,5	1,95	5.65	8.48	11.02
Итого:				17.186	22,94



Всего:  $N^n = 77.544 + 17,186 = 94,73$  кН

$N = 85.797 + 22,94 = 108,737$  кН

Суммарная нормативная нагрузка для расчета по II группе предельных состояний с учетом коэффициентов надежности по назначению и сочетания:

$$N_{II} = \gamma_n \cdot (N_{пост} + \psi_1 \cdot N_{длит}) = 0,95 \cdot (94,73 + 0,95 \cdot 46,57) = 139,39 \text{ кН}.$$

где  $\psi_1 = 0,95$  – коэффициент сочетания,

$\gamma_n = 0,95$  – коэффициент надежности по назначению.

Глубина заложения фундамента – 2,0 м.

#### 4.3 Проверка несущей способности основания под наружным фундаментом при нагрузке от трех этажей

Фактическое давление под подошвой фундамента:

$$p_{II} = \frac{N_{оп} + N_{фII}}{b} = \frac{203,73 + 77,76}{1,2} = 234,58 \text{ кН / м}^2,$$

где  $N_{оп} = 203,73$  кН/м – нормативная нагрузка от веса здания на уровне обреза фундамента;

$N_{фII} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot 27 = 77,76$  кН/м – нормативное значение веса фундамента.

В данном случае методом расчета будет считаться расчет по деформациям, то есть по второй группе предельных состояний, для которого коэффициенты по нагрузке равны  $\gamma_f = 1$  и расчетные нагрузки будут равны нормативным.

Расчетное сопротивление грунта основания:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma' + M_c \cdot c_{II}] = \\ &= \frac{1,1 \cdot 1,3}{1} \cdot [0,593 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 20,2 + 3,36 \cdot 0,54 \cdot 20,2 + 5,96 \cdot 24,8] = 284,4 \text{ кН / м}^2, \end{aligned} \quad (4.2)$$

где  $\gamma_{c1} = 1,1$  и  $\gamma_{c2} = 1,3$  – коэффициенты условий работы (табл.1);

$k$  – коэффициент, принимаемый равным 1, так как прочностные характеристики грунта определены испытаниями;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – коэффициенты, принимаемые при  $\varphi=21,6^\circ$ ;

$k_z$  – коэффициент, принимаемый равным 1, так как  $b < 10$ ;

$\gamma_{II}$  – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента,  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma_{II}'$  – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше подошвы фундамента,  $\text{кН/м}^3$ ;

$c_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента,  $\text{кПа}$ ;

$R=284,4 \text{ кН/м}^2 > p_{II}=234,58 \text{ кН/м}^2$  – условие выполняется.

#### 4.4 Расчет осадок

Осадку основания найдем по формуле:

$$s = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}, \quad (4.3)$$

где  $\beta=0,8$  – безразмерный коэффициент;

$\sigma_{zp}$  – напряжение на глубине 0,5м под подошвой фундамента,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_o = 0,818 \cdot 204,98 = 167,67 \text{ кН/м}^2, \quad (4.4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от формы подошвы фундамента и относительной глубины, равной:

$$\xi = \frac{2 \cdot z}{b} = \frac{2 \cdot 0,6}{0,6} = 2 \quad (4.5)$$

где  $z$  – толщина слабого слоя грунта, м;

$b$  – ширина подошвы фундамента;

$P_o$  – дополнительное давление на основание,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$P_o = p_{II} - \sigma_{zg} = 234,58 - 29,6 = 204,98 \text{ кН/м}^2, \quad (4.6)$$

где  $\sigma_{zg}$  – природное давление грунта на уровне подошвы фундамента,  $\text{кН/м}^2$ ;

$$\sigma_{zg} = h_z \cdot \gamma_o = 20,2 \cdot 2,93 = 29,6 \text{ кН/м}^2, \quad (4.7)$$

где  $h_f$  – глубина заложения подошвы фундамента от планировочной отметки, м;

$\gamma_o$  – удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$$s = 0,8 \cdot \frac{167,67 \cdot 0,6}{8,9} = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,90 \text{ см};$$

$S = 0,90 \text{ см} < s_{\max} = 10 \text{ см}$ , осадка составляет только 10% от предельной, поэтому расчетное сопротивление грунта можно увеличить.

Принимаем:  $R = 284,4 \cdot 1,2 = 341,28 \text{ кН/м}^2$ .

#### **4.5 Проверка несущей способности основания под наружным фундаментом при нагрузке от двух этажей**

Фактическое давление под подошвой фундамента:

$$p_{II} = \frac{145,29 + 77,76}{1,2} = 185,86 \text{ кН / м}^2,$$

где  $N_{\text{оп}} = 145,29 \text{ кН/м}$  – нормативная нагрузка от веса здания на уровне обреза фундамента;

$$N_{\text{фII}} = 0,8 \cdot 3,6 \cdot 27 = 77,76 \text{ кН/м};$$

Расчетное сопротивление грунта основания:

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,3}{1} \cdot [0,593 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 20,2 + 3,36 \cdot 2,93 \cdot 20,2 + 5,96 \cdot 24,8] = 516,3 \text{ кН / м}^2, \quad (4.8)$$

где  $\gamma_{c1} = 1,1$  и  $\gamma_{c2} = 1,3$  – (табл.4.1);

$\kappa = 1$ ;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – при  $\varphi = 21,6^\circ$ ;

$\kappa_z = 1$ , так как  $b < 10$ ;

$$\gamma_{II} = 20,2 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{II}' = 20,2 \text{ кН/м}^3;$$

$$c_{II} = 24,8 \text{ кПа};$$

$R = 516,3 \text{ кН/м}^2 > p_{II} = 185,86 \text{ кН/м}^2$  – условие выполняется.

#### 4.6 Расчет осадок

Найдем осадку основания при том, что  $\beta=0,8$ .

Напряжение на глубине 0,5 м под подошвой фундамента:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_o = 0,818 \cdot 126,69 = 103,63 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.9)$$

где  $\alpha=0,818$ ;

Относительная глубина:

$$\xi = \frac{2 \cdot z}{b} = \frac{2 \cdot 0,6}{0,6} = 1, \quad (4.10)$$

Дополнительное давление на основание:

$$P_o = p_{II} - \sigma_{zg} = 185,86 - 59,19 = 126,69 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.11)$$

Природное давление грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg} = h_z \cdot \gamma_o = 20,2 \cdot 2,93 = 59,19 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.12)$$

Осадка основания:

$$s = 0,8 \cdot \frac{103,63 \cdot 0,6}{8,9} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,56 \text{ см};$$

$S = 0,56 \text{ см} < s_{\max} = 10 \text{ см}$ , осадка составляет только 10% от предельной, поэтому расчетное сопротивление грунта можно увеличить.

Принимаем:  $R=516,3 \cdot 1,2=619,56 \text{ кН} / \text{м}^2$ .

#### 4.7 Проверка несущей способности основания под внутренним фундаментом при нагрузке от трех этажей

Фактическое давление под подошвой фундамента:

$$p_{II} = \frac{139,39 + 79,92}{1,2} = 201,93 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.13)$$

где  $N_{OII}=139,39 \text{ кН} / \text{м}$ ;

$N_{фII} = (0,2 \cdot 1,2 + 0,8 \cdot 3,4) \cdot 27 = 79,92 \text{ кН} / \text{м}$ .

Расчетное сопротивление грунта основания:

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,3}{1} \cdot [0,593 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 20,2 + 3,36 \cdot 2,93 \cdot 20,2 + 5,96 \cdot 24,8] = 516,3 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.14)$$

где  $\gamma_{c1}=1,1$  и  $\gamma_{c2}=1,3$ ;

$\kappa = 1$ ;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – табл.4 при  $\varphi=21,6^\circ$ ;

$\kappa_z = 1$ , так как  $b < 10$ ;

$\gamma_{II} = 20,2 \text{ кН} / \text{м}^3$ ;

$\gamma_{II}' = 20,2 \text{ кН} / \text{м}^3$ ;

$c_{II} = 24,8 \text{ кПа}$ ;

$d_1 = 2,93 \text{ м}$ .

$R = 516,3 \text{ кН} / \text{м}^2 > p_{II} = 201,93 \text{ кН} / \text{м}^2$  – условие выполняется.

#### 4.8 Расчет осадок

Найдём осадку основания.

$\beta = 0,8$ .

Напряжение на глубине 0,5 м под подошвой фундамента:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_o = 0,818 \cdot 142,74 = 116,76 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.15)$$

где  $\alpha = 0,818$ ;

Относительная глубина:

$$\xi = \frac{2 \cdot z}{b} = \frac{2 \cdot 0,6}{1,2} = 1, \quad (4.16)$$

Дополнительное давление на основание:

$$P_o = p_{II} - \sigma_{zg} = 201,93 - 59,19 = 142,74 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.17)$$

Природное давление грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg} = h_z \cdot \gamma_o = 20,2 \cdot 2,93 = 59,19 \text{ кН} / \text{м}^2, \quad (4.18)$$

Осадка основания:

$$s = 0,8 \cdot \frac{116,76 \cdot 0,6}{8,9} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,63 \text{ см}; \quad (4.19)$$

$s = 0,63 \text{ см} < s_{\max} = 10 \text{ см}$ , осадка составляет только 10% от предельной, поэтому расчетное сопротивление грунта можно увеличить.

Принимаем:  $R=516,3 \cdot 1,2=619,6 \text{ кН/м}^2$ .

Определим ординаты эпюры вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта и вспомогательной эпюры  $0,2 * \sigma_{zg}$ :

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i * h_i \quad (4.20)$$

где  $n$  - число слоёв грунта, от веса которых определяется напряжение;

$\gamma_i$  - удельный вес грунта  $i$  - го слоя;

$h_i$  - толщина  $i$  - го слоя.

1. на поверхности земли:

$$\sigma_{zg} = 0; 0,2 * \sigma_{zg} = 0;$$

2. на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg0} = 0 + 17,1 * 0,9 = 15,39 \text{ кН}; 0,2 * \sigma_{zg0} = 3,08 \text{ кН};$$

3. на уровне контакта первого и второго слоёв грунта:

$$\sigma_{zg1} = 15,39 + 17,1 * 1,3 = 37,62 \text{ кН}; 0,2 * \sigma_{zg1} = 7,52 \text{ кН};$$

4. на уровне условной точки 1:

$$\sigma_{zg2} = 37,62 + 21,7 * 1,5 = 70,17 \text{ кН}; 0,2 * \sigma_{zg1} = 14,03 \text{ кН};$$

5. на уровне контакта грунтовых вод:

$$\sigma_{zg3} = 70,17 + 21,7 * 1,78 = 108,8 \text{ кН}; 0,2 * \sigma_{zg3} = 21,76 \text{ кН};$$

6. на уровне условной точки 2 с учётом взвешивающего действия воды:

$$\sigma_{zg4} = \sigma_{zg3} + 1 * \gamma_{sb}; \quad (4.21)$$

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e},$$

где  $\gamma_{sb}$  - удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды;

$\gamma_w$  - удельный вес воды;

$e$  - коэффициент пористости.

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{21,7 - 10}{1 + 0} = 11,7 \text{ кН}$$

$$\sigma_{zg4} = 108,8 + 1,0 * 11,7 = 120,5 \text{ кН}; 0,2 * \sigma_{zg4} = 24,1 \text{ кН};$$

Полученные значения ординат эпюры вертикальных напряжений и вспомогательной эпюры перенесём на геологический разрез (рис. 4.2).

Определим дополнительное давление под подошвой условного фундамента:  $P_0 = 598,5 - 15,39 = 583,11 \text{ кН}$ .

Чтобы избежать интерполяции по таблице 4.2, зададимся соотношением  $m = 0,8$ . Тогда высота элементарного слоя грунта равна:

$$h_i = \frac{0,8 \cdot 1,5}{2} = 0,6 \text{ м, проверяем условие:}$$

$$h_i \leq 0,4b; 0,6 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Условие выполняется.

Таблица 4.2 – К расчёту осадок фундамента.

Наименование грунта	$z, \text{ м}$	$m$ $= 2z/b$	$\alpha$	$\sigma_z = \alpha P_0, \text{ кН}$	$E, \text{ кН}$ (табл.1.1)
1	2	3	4	5	6
Галечниковый грунт с песчаным заполнителем	0	0	1	583,11	24000
	0,6	0,8	0,800	466,49	
	1,2	1,6	0,449	261,82	
	1,8	2,4	0,257	149,86	50000
	2,4	3,2	0,160	93,30	
	3,0	4,0	0,108	62,98	
	3,6	4,8	0,077	44,90	
	4,2	5,6	0,058	33,82	
	4,8	6,8	0,040	23,32	
	5,4	8,4	0,026	15,16	

Нижнюю границу сжимаемой толщи находим по точке пересечения вспомогательной эпюры и эпюры дополнительного напряжения (рис. 3.2), так как для вычисления осадок необходимо выполнение условия  $\sigma_z \leq 0,2 * \sigma_{zg}$ . Из рисунка 4.2 видно, что эта точка пересечения соответствует мощности сжимаемости толщи  $H = 5,757 \text{ м}$ .





раз выше фактического давления под подошвой фундамента. Отсюда можно сделать вывод о том, фундамент школы не только может выдержать нагрузку от собственного веса, но и от надстраиваемого третьего этажа.

## 5 Технология и организация строительства

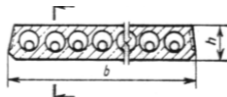
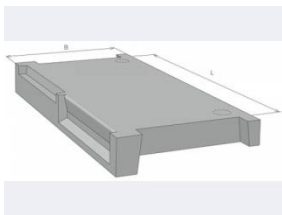
### 5.1 Технология возведения надстройки

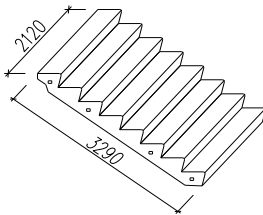
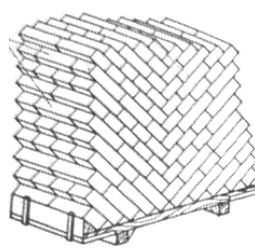
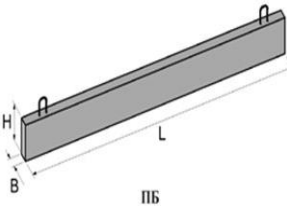
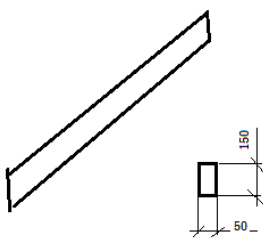
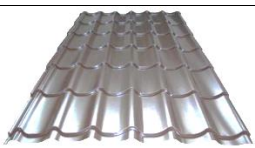
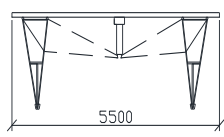
Перед возведением надстройки третьего этажа необходимо произвести демонтаж конструкций крыши.

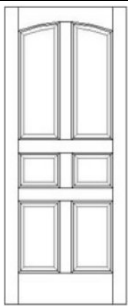
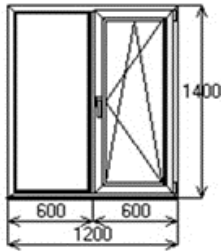
Возведение третьего этажа здания осуществляется по технологии строительства «снизу-вверх»

### 5.2 Спецификация сборных элементов

Таблица 5.1 - Спецификация сборных элементов

№	Наименование элемента	Марка элемента	Эскиз	Кол-во шт.	Масса 1 – го элем.	Масса всех элем.
1	Плиты покрытия и перекрытия	1ПК60.30	<p>6000x1500x220 мм</p> 	110	2,5	275
2	Лестничные площадки	2ЛП 22.12-4П серия 1.252-3 выпуск1		8	0,84	6,72

3	Лестничный марш	1ЛМ 33.15.22-4 серия 1.252-3 выпуск1		8	1,5	12
4	Кирпич ГОСТ 530-2012	М150		143697	0,039	5604,183
5	Перемычки	4ПФ9-2 4ПФ14-4 1ПП12-3 1ПФ9-2		6 34 8 27	0,043 0,073 0,072 0,035	0,258 2,482 0,576 0,945
6	Стропила ГОСТ 11047-90	-		39,25	0,16	7,68
7	Металлочерепица ГОСТ 7566-94 [10]	М – RAL 8017	 1200x4000мм	177	0,022	3,89
8	Шарнирно- панельные подмости	ИПП-1		4	0,245	0,98

9	Двери	ГОСТ 6629-74		35	0,008	0,28
10	Окна	ГОСТ 11214-86		40	48	1,92

### 5.3 Ведомость потребности в строительных конструкциях

Таблица 5.2 - Ведомость потребности в строительных конструкциях

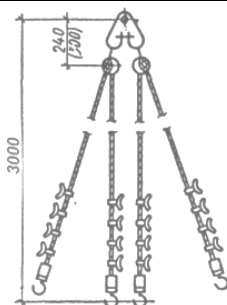
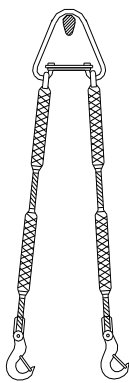

№ п/п	Наименование элемента	Количество, шт.	Масса ед, т.	Масса всех, т.
1	Плиты покрытия и перекрытия	110	2,3	275
2	Лестничные площадки	4	0,84	3,36
3	Лестничный марш	4	1,5	6
4	Кирпич ГОСТ 530-2012	143697	0,039	5604,183
5	Перемычки	6	0,043	0,258
		34	0,073	2,482
		8	0,072	0,576
		27	0,035	0,945
6	Стропила ГОСТ 11047-90	39,25	0,16	7,68
7	Металлочерепица	270	0,0185	4,995

8	Шарнирно-панельные подмости	4	0,245	0,98
9	Двери	35	0,008	0,28
10	Окна	53	48	2,5

#### 5.4 Выбор грузозахватных приспособлений

При монтаже стропильных конструкций используют грузозахватные устройства (траверсы, стропы) для подъема сборных элементов; технические средства для выверки и предварительного закрепления конструкций; оснастку, обеспечивающую удобную и безопасную работу монтажников на высоте.

Таблица 5.3 – Грузозахватные приспособления

№ п/п	Наименование приспособления	Назначение	Эскиз	Грузо-подъемность, т.	Вес, т.	Высота строповки (м)
1	2	3	4	5	6	7
1	Строп четырехветвевой 4СК-10-4	Монтаж сборных элементов		5	0,05	3
2	Строп двухветвевой 2СТ10-4 (ВНИПИПромстальконструкция 29700-25)	Выгрузка и раскладка конструкций		6	0,083	3,8
3	Подстропник	Перемещение поддонов	 $L=3,6m$	1	0,01	0,5

Выбор грузозахватных приспособлений (стропов, траверсов) производят для каждого конструктивного элемента здания. При этом одно и тоже приспособление стремятся использовать для подъема нескольких сборных элементов. Общее количество приспособлений на строительной площадке должно быть наименьшим.

## **5.5 Выбор монтажного крана**

### **5.5.1 По техническим параметрам**

Требуется подобрать стреловой кран для монтажа сборных железобетонных конструкций для здания школы высотой 14 м с размерами в осях 50,8 x 42,3м.

#### **1. Определение монтажной массы:**

Монтажная масса сборных элементов при выборе самоходных стреловых кранов определяется по формуле:

$$M_m = M_o + M_r = 2,5 + 0,083 = 2,583 \text{ т}$$

где  $M_o = 2,5\text{т}$  – масса самого тяжелого элемента – плита перекрытия;

$M_r = 0,083\text{т}$  – масса стропа четырехветвевого 4СТ10-4 грузоподъемностью 5т.

#### **2. Определение монтажной высоты подъема крюка $H_k$ :**

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле:

$$H_k = h_o + h_z + h_o + h_r = 10,0 + 0,5 + 0,22 + 3,0 = 13,72 \text{ м},$$

где  $h_o = 10,0\text{м}$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

$h_z = 0,5 \text{ м}$  – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа;

$h_o = 0,22 \text{ м}$  – высота или толщина элемента, м;

$h_r = 3,0 \text{ м}$  – высота строповки (от верха элемента до крюка крана), м.

#### **3. Определение минимально необходимой длины стрелы $L_c$ :**

Для определения минимально необходимой длины стрелы  $L_c$  стрелового крана, оборудованного гуськом, предварительно необходимо:

- задаться длиной гуська  $L_{\Gamma}$  и углом наклона гуська к горизонту  $\phi$ :

длина гуська  $L_{\Gamma} = 9\text{м}$ ;

угол  $\phi = 45^{\circ}$

- определить оптимальный угол наклона основной стрелы крана по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{B}},$$

где  $h_1$  – расстояние по вертикали от точки поворота основной стрелы крана до горизонтальной плоскости верха монтируемого элемента определяется по формуле:

$$h_1 = h_0 + h_3 + h_5 - h_{\text{ш}} = 10 + 0,5 + 0,22 - 2 = 8,72 \text{ м};$$

$B$  – расстояние по горизонтали между точкой сопряжения одной стрелы и гуська и точкой «d» (точка пересечения оси основной стрелы с горизонтальной плоскостью монтируемого элемента):

$$B = b + b_1 + b_2 - L_{\Gamma} \times \cos \phi = 0,5 + 3,0 + 0,5 - 9 \times \cos 45^{\circ} = 2,37\text{м};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{B}} = \sqrt[3]{\frac{8,72}{2,37}} = 1,33 \rightarrow \alpha \approx 53^{\circ},$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и зданием, по технике безопасности  $b = 0,5 \text{ м}$ ;

$b_1 = 3,0 \text{ м}$  – расстояние от центра тяжести до края элемента, приближенного к стреле крана;

$b_2 = 0,5\text{м}$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

$b_3$  – предварительно можно задаться  $2 \text{ м}$ ;

$h_{\text{ш}}$  – расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до оси поворота крана  $= 2 \text{ м}$ .

Длина стрелы крана:

$$L_c = \frac{h_1}{\sin \alpha} + \frac{B}{\cos \alpha} = \frac{8,72}{0,8} + \frac{2,37}{0,6} = 10,98\text{м}$$

#### 4. Определение монтажного вылета крюка основного подъема $L_k$ .

Монтажный вылет крюка основного подъема определяется по формуле:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + b_3 = 10,98 \cdot 0,53 + 2 = 7,82 \text{ м.}$$

Таблица 5.4 – Расчетные характеристики крана

№	Наименование монтажных элементов	Расчетные показатели				
		Высота подъема крюка $H_k$ , м	Угол наклона стрелы к горизонту $\alpha$ , рад.	Длина стрелы крана $L_c$ , м	Вылет крюка $L_k$ , м	Грузоподъемность крана $Q$ , т
1	Плита перекрытия	13,72	53	10,98	7,82	2,6

Далее, пользуясь каталогами кранов, справочниками или паспортными данными кранов по сводным данным таблицы выбираем такие машины, рабочие технические параметры которых удовлетворяют расчетным.

Подбираем два крана: на гусеничном ходу и автомобильный, затем сравниваем их по экономическим показателям.

#### 1 Технические характеристики гусеничного крана МКГ - 40

Грузоподъемность т. ....	40
Длина стрелы м. ....	33,5
Высота подъема крюка м. ....	28,3
Скорость подъема крюка (м/мин).....	8,3
Частота вращения поворотной части (мин <sup>-1</sup> ).....	0,3
Скорость передвижения (км/ч).....	0,5
Мощность двигателя(кВт).....	118

#### 2. Технические характеристики пневмоколесного крана КС 7471

Грузоподъемность т. ....	40
Длина стрелы м. ....	36
Высота подъема крюка м. ....	58

Скорость подъема крюка (м/мин).....	9,5
Частота вращения поворотной части (мин <sup>-1</sup> ).....	0,4
Скорость передвижения (км/ч).....	0,9
Мощность двигателя(кВт).....	145

Таблица 5.5 – Вариант выбора монтажного крана

№ варианта	Марка крана	Длина стрелы, м	Грузоподъемность		Вылет стрелы, м		Скорость м/мин		мощность двигателя, кВт	Ширина колеи, м	Общая масса, т
			при наименьшем вылете	при наибольшем вылете	наименьший	наибольший	подъема – опускания груза	вращения платформы			
1	МКГ – 40	33,5	25	5	4,2	21,5	8,3	0,3	118	3,21	38,9
2	КС - 7471	36,0	25	6,25	2,5	24	9,5	0,4	145	2,3	40

### 5.5.2 По экономическим показателям

I вариант – марка крана КС-7471.

Инвентарно-расчетная стоимость = 35950 руб.

Плановая себестоимость машино – смены без единовременных затрат = 31,1 руб.

Стоимость единовременный затрат труда на транспортирование крана на 10 км, его монтаж, демонтаж и пробный пуск = 121,0 руб.

II вариант – марка крана МКГ – 40.

Инвентарно-расчетная стоимость = 74400 руб.

Плановая себестоимость машино – смены без единовременных затрат = 58,2 руб.

Стоимость единовременный затрат труда на транспортирование крана на 10 км, его монтаж, демонтаж и пробный пуск = 93,6 руб.

$C_1 = C_{ирс} + C_{псе} + C_{сет} = 35950 + 31,1 + 121,0 = 36102,1$  руб.



$$C2 = C_{\text{сирс}} + C_{\text{псе}} + C_{\text{сет}} = 74400 + 58,2 + 93,6 = 74551,8 \text{ руб.}$$

Вывод: Выбираем 1 вариант, как наиболее эффективный по сравнимым показателям которыми является удельный приведенный запас.

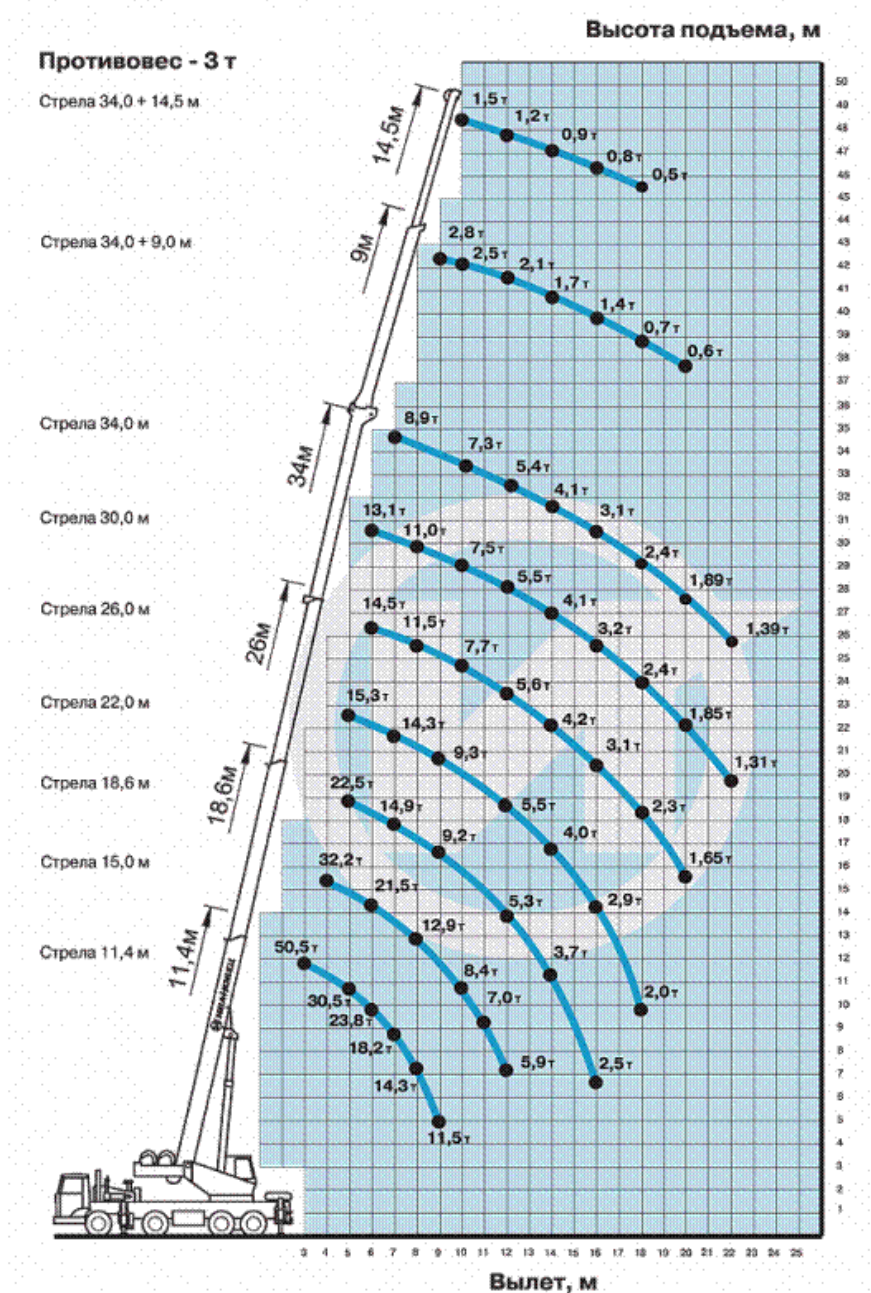


Рисунок 5.1 – График грузоподъемности автомобильного стрелового крана КС-7471

## 5.6 Расчет автомобильного транспорта для доставки грузов

Автотранспортные перевозки являются основным способом доставки сборных железобетонных конструкций и кирпича с заводов изготовителей на

строительные площадки. При этом принимаются транспортные средства, как общего назначения, так и специализированные. Автотранспортные средства общего назначения (бортовые автомобили) имеют кузов, предназначенный для перевозки любых видов грузов, в пределах его вместимости. Кузов специализированных средств рассчитан на перевозку определенного вида строительных грузов.

Тип покрытия - автомобильные покрытия;

Скорость движения автотранспортных средств: 35 км/ч;

Дальность поставки материалов: 12 км.

Определим количество элементов, поставляемых за одну ходку:

$$N = Q/m,$$

где  $Q$  – грузоподъемность;

$m$  – масса элемента.

Определим время, необходимое на одну ходку:

$$T = n \cdot (t_{\text{выгр}} + t_{\text{погр}}) + t_{\text{транс}}$$

$t_{\text{выгр}} + t_{\text{погр}}$  – время, необходимое на выгрузку и погрузку 1-го элемента, 12 мин.;

$t_{\text{транс}}$  – время, необходимое на транспортировку, 44 мин.

Определим количество машин, рейсов и дней, необходимых на поставку всех элементов данного вида.

1. Плиты перекрытия:

$$N = 21,96 / 2,5 = 8,784$$

$$T = 8 \cdot 12 + 44 = 140 \text{ мин} = 2 \text{ ч } 20 \text{ мин.}$$

$$110 / 8 = 13,75, 3 \text{ рейса, } 2 \text{ машины, } 3 \text{ дня.}$$

2. Лестничные марши:

$$N = 17,5 / 1,5 = 11,67$$

$$T = 8 \cdot 12 + 44 = 164 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 44 \text{ мин}$$

$$4 / 4 = 1, 1 \text{ рейс, } 1 \text{ машина, } 1 \text{ день.}$$

3. Лестничные площадки:

$$N = 12 / 0,84 = 14,29$$

$$T = 8 \cdot 12 + 44 = 140 \text{ мин} = 2 \text{ ч } 33 \text{ мин}$$

$$8 / 8 = 1, 1 \text{ рейс, } 1 \text{ машина, } 1 \text{ день.}$$

4. Кирпич:

$$N = 22,8 / 0,039 = 584,6$$

$$T = 2 * 12 + 44 = 68 \text{ мин}$$

$$143697 / 584 = 246,7 \text{ рейсов, 2 машины, 18 дней}$$

5. Перемычки, стропила, металлочерепица:

$$N = 17,5 / 16,936 = 1,03$$

$$T = 4 * 12 + 44 = 92 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 32 \text{ мин}$$

$$4 / 4 = 1, 1 \text{ рейс, 1 машина, 1 день.}$$

6. Окна, двери:

$$N = 12 / 2,2 = 5,45$$

$$T = 2 * 12 + 44 = 92 \text{ мин} = 1 \text{ ч } 13 \text{ мин}$$

$$2,2 / 5,45 = 0,4, 1 \text{ рейс, 1 машина, 1 день.}$$

Таблица 5.6 - Данные расчета автотранспортных средств по доставке строительных конструкций

Наименование перевозимого груза	Ед. изм.	Кол-во	Вес, т		Сведения о выбранных автомобилях			
			един.	всего	марка	грузоподъемн, т	кол-во маш	кол-во достав. деталей
Плиты покрытия и перекрытия	шт.	110	2,3	275	КрАЗ-6444	21,96	2	8
Лестничный марш	шт.	8	1,5	12	КрАЗ-258	17,5	1	8
Лестничные площадки	шт.	8	0,84	6,72	МАЗ-504А	12	1	8
Кирпич	шт.	143697	0,039	5604,183	КрАЗ-258 Б1	22,8	2	586
Окна, двери	шт.	35	0,008	0,28	МАЗ-504А	12	1	75
		53	48	1,92				
Перемычки	шт.	6	0,043	0,258	МАЗ-504А	13	1	75

		34	0,073	2,482				
		8	0,072	0,576				
		27	0,035	0,945				
Стропильные балки, металлочерепица	шт.	39,25 270	0,16 0,0185	7,68 4,995	МАЗ-504А	13	1	310

## 5.7 Проектирование строительного генерального плана

### 5.7.1 Размещение монтажного крана

Стройгенплан объекта составляется на период выполнения работ по ремонту и реконструкции здания школы.

На стройгенплане объекта показывается расположение подъемно – транспортного механизма, путь его перемещения, радиусы действия кранов, приобъектные склады, пути перемещения транспортных средств, осуществляющих доставку материалов, деталей и конструкций.

Расчет монтажных и опасных зон.

Выделяют следующие зоны влияния крана:

1. Монтажная зона - это пространство, где возможно падения груза при монтаже.

Согласно СНиП 12-03-99, зона равна контуру здания плюс 7м при высоте здания до 20м и обозначается на стройгенплане пунктирной линией.

Технико-экономические параметры крана:

- грузоподъемность  $Q_k = 25$  т;
- вылет стрелы  $L_k = 14$ м;
- высота подъема крюка  $H_k = 25$ м;

2. Рабочая зона крана - это пространство в пределах которого действует максимальный рабочий вылет стрелы крана  $R = 14,0$  м.

3. Зона перемещения груза (ЗПГ) - принимается равной максимальному вылету стрелы крана + половина наибольшей длины груза.

$$R_{зпг} = 14 + 6 = 20 \text{ м.}$$

4. Опасная зона работы крана – пространство, где возможно падение груза при перемещении с учетом его вероятного рассеивания при падении, определяется по формуле:

$$R_{оп} = R_{max} + 0,5 \cdot l_{max} + l_{без.}$$

где:  $R_{max} = 9,0$  м. – максимальный рабочий вылет стрелы крана.

$0,5 \cdot l_{max} = 0,5 \cdot 12 = 6$  м. – половина длины наибольшего перемещаемого груза.

$l_{без} = 7$  м - дополнительное расстояние для безопасной работы.

$$R_{оп} = 14 + 6 + 7 = 27 \text{ м.}$$

### 5.7.2 Проектирование временных дорог

Из всех устраиваемых на строительной площадке временных сооружений временные дороги – самые дорогие и трудоемкие.

Выбор топологии дорог и их параметров (протяженность, размещение, покрытие) осуществляется на основе:

- Схемы движения автотранспорта на строительной площадке, предусматривающей беспрепятственный проезд всех автомобильных средств в обслуживаемые зоны.

- Строительство временных автодорог в промышленном и гражданском строительстве выполняют общестроительные организации (генподрядчики).

Проектирование автодорог в составе СГП:

- разработка схемы движения транспорта и расположение дорог в плане;
- определение параметров дорог;
- установление опасных зон и дополнительных условий;
- назначение конструкции дорог;
- расчет объемов работ и необходимых ресурсов.

При трассировке дорог следует соблюдать минимальные расстояния: между дорогой и складом 0,5 - 1м; между дорогой и подкрановыми путями 6,5 – 12,5м; между дорогой и забором не менее 1,5м.

Для данного проекта принимаем ширину полосы – 3,5 м (одностороннее движение).

В местах стоянок транспортных средств под разгрузкой при ширине проезжей части 6 м следует уширить дорогу за счет создания дополнительной площадки шириной 3 м и длиной 30-40 м.

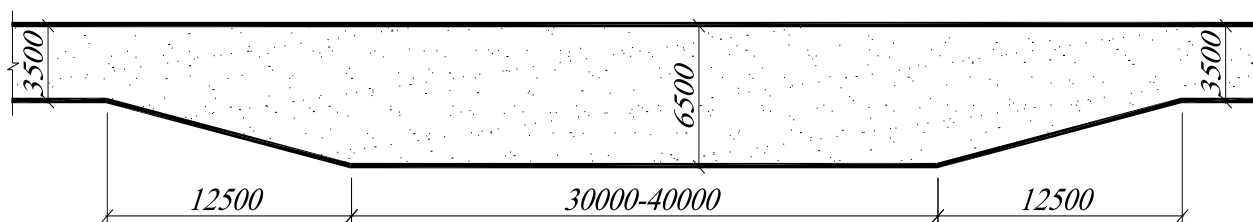


Рисунок 5.2 – Схема уширения дороги в зоне разгрузки на склад

### 5.7.3 Расчет временных зданий и сооружений

Потребность во временных зданиях и сооружениях определяется по действующим нормам на расчётное количество рабочих и ИТР.

Таблица 5.7 - Расчет временных зданий и сооружений

Наименование здания	Численность, чел.	Норма м <sup>2</sup> на 1 чел.	Расчетная площадь, м <sup>2</sup>	Принимаемая площадь, м <sup>2</sup>	Размеры в плане в м	Кол-во зданий
Помещение для обогрева муж.	13	1,0	13,0	16,2	2,7х6,0	1
Помещение для обогрева жен.	6	1,0	6,0	8,1	2,7х3,0	1
Туалет жен.	6	0,1	0,6	8,1	2,7х3,0	1
Помещение для мойки колес	36	0,2	7,2	8,1	2,7х3,0	1
Столовая	42	1,0	42,0	48,6	2,7х9,0	2
Кантора	3	4,0(на 3чел.)	4,0	8,1	2,7х3,0	1
Диспетчерская	2	7,0	14,0	32,4	2,7х6,0	2
Проходная	1	9,0	9,0	16,2	2,7х6,0	1
Сторожевая будка	-	3,0	6,0	6,0	1,5х2,0	2

Кладовая материальная	-	-	-	68,4	6x11,4	1
Инструментальная	-	-	-	41,4	6x6,9	1

Из вышеописанных зданий формируем бытовой городок. Располагаем его на стройгенплане таким образом, чтобы наиболее удалённая точка возводимого объекта располагалась на расстоянии не более чем 150 м. Городок огораживают, подводят к нему временные коммуникации.

#### 5.7.4 Электроснабжение стройгенплана

Проектирование временного электроснабжения строительства ведут в следующем порядке:

- расчет электрических нагрузок;
- определение количества и мощности трансформаторных подстанций;
- составления схемы электроснабжения.

Расчет электрических нагрузок ведем в следующей последовательности: определяем мощность силовых потребителей:

$$P_c = \frac{\rho_c * n * K_c}{\cos \varphi},$$

где  $\rho_c$  - удельная установленная мощность на 1 потребителя;

$n$  - число одноименных потребителей;

$K_c$  - коэффициент спроса, зависящий от числа потребителей;

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности.

Таблица 5.8 - Мощность силовых потребителей

Наимен. потреб.	Удельная устан. мощность, кВт	Кол – во одноимен. потреб. шт	Коэфф. спроса	Коэфф мощности	Общая потреб. мощность
Агрегат СО-150	3	1	0,15	0,6	0,75
Агрегат СО-122	3	1	0,15	0,6	0,75
Агрегат СО-121	3	1	0,15	0,6	0,75
Агрегат СО-179	3	1	0,15	0,6	0,75

Определяем мощность устройств наружного освещения:

$$P_{н.о.} = p_{н.о.} * F,$$

где  $p_{н.о.}$  - удельная мощность на единицу наружного потребителя;

$F$  - площадь (протяженность) потребителя, устанавливаемая по стройгенплану.

Таблица 5.9 - Мощность устройств наружного освещения

Наименование потребителя	Площадь (протяженность) потребителя	Уд. мощность на единицу потребителя, кВт	Потребляемая мощность, кВт
Главные проходы и проезды, м	900	0,005	4,5
Охранное освещение, м	970	0,015	14,55
Монтаж конструкций, м <sup>2</sup>	720	0,003	2,16
Открытые складские площадки, м <sup>2</sup>	399	0,003	1,19

Определяем мощность устройств внутреннего освещения:

$$P_{в.о.} = p_{в.о.} * F * K_{в.о.},$$

где  $p_{в.о.}$  - удельная мощность на единицу внутреннего потребителя;

$F$  - площадь потребителя;  $K_{в.о.}$  - коэффициент спроса.

Таблица 5.10 - Мощность устройств внутреннего освещения

Наименование потребителя	Площадь потребителя	Удельная мощность, кВт	Кэф. спроса	Потребляемая мощность, кВт
Контора производителя работ	27	0,015	0,8	0,324
Сушилка для одежды и обуви рабочих	27	0,005	0,8	0,108
Уборная	38	0,003	0,8	0,091



Определяем расчетную мощность трансформатора по формуле:

$$P_p = P_{MAX} \alpha,$$

Где  $\alpha$ - коэффициент учитывающий потери в сети ( $\alpha=1,1$ );

$$P_p = P_{MAX} \alpha = 60 * 1,1 = 66(\text{кВт}).$$

Выбираем трансформаторную подстанцию СКПТ-100-6/10/0.4 мощностью 100 кВт.

Определяем количество прожекторов:

Примем прожектора ПЗС-45:

Для освещения зоны строительства:

$$n_2 = \frac{P_1 \times S_1 \times E_1}{P_{л1}} = \frac{0,2 \times 11700 \times 6}{1000} \approx 14 \text{ шт},$$

где  $P_1$ , – удельная мощность, зависящая от типа прожектора, Вт/м<sup>2</sup>;

$S_1$ , – площадь, подлежащая освещению, м<sup>2</sup>;

$E_1$ , – освещенность, Лк;

$P_{л1}$ , – мощность лампы прожектора, в зависимости от типа.

## **6 Раздел «Экономика строительства»**

В данном разделе на основании ведомости объемов работ и калькуляции затрат труда производится локальный сметный расчет, который приведён в приложении А.

Локальный сметный расчет стоимости работ выполнен в табличной форме по состоянию на текущий период времени, с применением программного комплекса «Гранд-СМЕТА».

## **7 Оценка воздействия на окружающую среду**

Объектом реконструкции является школа, расположенная в селе Зеленое Республики Хакасия. Площадь застройки 11416,06 м<sup>2</sup>, площадь самого

участка 143500 м<sup>2</sup> Продолжительность строительства составляет 122 дня. Реконструкция здания школы предусматривает выполнение ряда работ, в том числе монтажные, отделочные, кровельные, сварочные и т. д., что сопровождается выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Основным источником выделения загрязняющих веществ будут являться сварочные работы, эксплуатация строительных машин, отходы строительных материалов и лакокрасочные работы.

### 7.1 Климат и фоновое загрязнение воздуха

Таблица 7.1 – Характеристики воздушного бассейна района реконструкции

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1. Климатические характеристики		
- тип климата	резко-континентальный	
средняя температура воздуха наиболее холодного месяца	°С	25,5
средняя и максимальная температура воздуха самого жаркого месяца	°С	средняя +26,4 максимальная
продолжительность периода с положительными температурами воздуха	дней	200
- осадки:		
среднее количество осадков за год	мм	303
- ветровой режим:		
повторяемость направлений ветра:		
С	%	18
СВ		14
В		7
ЮВ		8
Ю		15
ЮЗ		19
З		12
СЗ		7
средняя скорость ветра по направлениям (роза ветров)	м/сек	
С		1,7
СВ		2,1
В		1,8
ЮВ		1,8
Ю		2,6
ЮЗ		4,1
З		3,6
СЗ		1,9
максимальная скорость ветра 1 раз в 25 лет	м/сек	30

2. Характеристики загрязнения атмосферы		
- основные характеристики загрязнения воздуха:		
виды загрязняющих веществ, среднегодовые и средние сезонные величины концентраций загрязняющих веществ	мг/м	не имеется
повторяемость концентраций больше 1 ПДК, 5 ПДК и 10 ПДК	%	не имеется
- основные источники загрязнения атмосферы в районе реконструкции		котельная

## **7.2 Оценка воздействия реконструкции объекта на окружающую среду**

### **7.2.1 Воздействие загрязняющих веществ на воздушную среду**

#### **7.2.1.1 Расчет выбросов от лакокрасочных работ**

На окрасочных участках лакокрасочные покрытия могут наноситься различными способами (распылением, окунанием, струйным обливом и др.).

Распыление краски может быть пневматическое, безвоздушное, гидроэлектростатическое, пневмоэлектрическое, электростатическое.

На окрасочных участках проводится как подготовительная работа - приготовление краски и поверхностей к окраске, так и само нанесение краски, и сушка. Окраска и сушка осуществляется как в специальных камерах, так и просто в помещении окрасочного участка. В процессе выполнения этих работ выделяются загрязняющие вещества в виде паров растворителей и аэрозоля краски. Количество выделяемых загрязняющих веществ зависит от применяемых окрасочных материалов, методов окраски и эффективности работы очистных устройств.

Так как нанесение шпатлевки, как правило, осуществляется вручную и загрязняющих веществ в атмосферный воздух поступает в очень малом количестве, расчет их не производится.

Для расчета загрязняющих веществ, выделяющихся на окрасочном участке, необходимо иметь нижеследующие данные:

1. Годовой расход лакокрасочных материалов и их марки.
2. Годовой расход растворителей и их марки.

3. Процентное выделение аэрозолей краски и растворителя при различных методах окраски и при сушке (табл.3.4.1).

4. Процент летучей части компонентов, содержащихся в красках и растворителях (табл. 3.4.2).

5. Наличие и эффективность очистных устройств (по паспортным данным).

Расчет выделения загрязняющих веществ на окрасочном участке следует вести отдельно для каждой марки краски и растворителей.

В качестве исходных данных для расчета выделения загрязняющих веществ при различных способах нанесения лакокрасочного покрытия принимают фактический или плановый расход окрасочного материала, долю содержания в нем растворителя, долю компонентов лакокрасочного материала, выделяющихся из него в процессах окраски и сушки.

1. Определяем исходные данные. Для марки эмали МЛ-197, марки краски ВД-АК- 202 и марки лака НЦ 222 выписываем из таблицы 3.4.2 [12] виды загрязняющих веществ.

Эмаль МЛ-197:

- 1) Нефрас– 39,22
  - 2) Небутиловый спирт-41,42
  - 3) Бутилоцетат-8,42
  - 4) Уайт спирт-2,01
  - 5) 2-этаксилэтанол-8,93
- Доля летучести – 49%  
Доля сухой части – 51%

Краска интерьерная ВД-АК- 202

- 6) Ацетон – 22,78
  - 7) Небутиловый спирт – 24,06
  - 8) Бутилоцетат-3,17
  - 9) Талулол-1,28
  - 10) Этиловый спирт – 48,72
- Доля летучести – 74%  
Доля сухой части – 26%

Лак НЦ 222:

- 11) Небутиловый спирт – 9,49

- 12) Бутилацетат – 9,23
- 13) Толуол – 47,54
- 14) Этиловый спирт – 15,64
- 15) Этилацетат – 15,9
- 16) 2 этокси этанол – 3,2
- Доля летучести – 78%
- Доля сухой части – 22%

Определяем валовый выброс аэрозоля интерьерной краски ВД-АК- 202 по формуле 3.4.1 [1].

$$M_k = m f_1 \delta_k \cdot 10^{-7} \quad (7.1)$$

где  $m$  – количество израсходованной краски за год (218кг);  
 $f_1$  – количество сухой части краски;  
 $\delta_k$  –доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски (таблица 3.4.1[12]).

Для МЛ-197  $M_k = 0,08$  т/год

ВД-АК- 202  $M_k = 0,17$  т/год

НЦ 222  $M_k = 0,11$  т/год

Определяем валовый выброс летучих компонентов в растворителе и краске по формуле 3.4.2 [1].

$$M_p = (m_1 \cdot f_{pip} + m \cdot f_2 \cdot f_{pik} \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5} \quad (7.2)$$

где  $m_1$  – количество растворителей, израсходованных за год (60л);  
 $f_{pip}$  – количество различных летучих компонентов в растворителях;  
 $f_2$  – количество летучей части краски;  
 $f_{pik}$  – количество различных летучих компонентов, входящих в состав краски.

Максимальное разовое количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, определяется в г за секунду в наиболее напряжённое время работы. Такой расчёт производим для каждого компонента отдельно по формуле 3.4.6[12]:

$$G_{ok}^i = \frac{P \cdot 10^6}{n \cdot t \cdot 3600}, \quad (7.3)$$

где  $P$  – валовый выброс аэрозоля краски и отдельных компонентов растворителей за месяц

$n$  – число дней работы участка в месяце (принимается 20 дней);

$t$  – число рабочих часов в день в наиболее напряженный месяц (принимается 9 ч).

Таблица 7.2 – Расчётные данные

Выделяющееся загрязняющее вещество	Макс. разовый выброс (G), г/с	Валовый выброс (M), т/год
Нефрас	0,0782	0,0457
Небутиловый спирт	0,161	0,107
Бутилоцитат	0,099	0,0643
Талулол	0,05	0,0763
Этиловый спирт	0,0088	0,097
Уайт спирит	0,000012	0,035
Этилацитат	0,079	0,0193
2-этаксилэтанол	0,068	0,0441
Ацетон	0,096	0,0626

#### 7.2.1.2 Расчет выбросов от сварочных работ

При проведении сварочных работ происходит загрязнение атмосферного воздуха сварочным аэрозолем, в состав которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса входят вредные для здоровья оксиды металлов.

В данном проекте используется электрическая сварка с применением электродов типа Э-42.

Определение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах произведено в соответствии с «Методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники» (расчетным методом).

Расчет количества загрязняющих веществ при сварочных работах проводится по удельным показателям, приведенным к расходу сварочных материалов.

Таблица 7.3 – Типичные механические свойства металла шва сварочных электродов УОНИ 13/45

Временное сопротивление электродов $\sigma_b$ , МПа	Предел текучести УОНИ 13/45 $\sigma_t$ , МПа	Относительное удлинение электродов $d$ , %	Ударная вязкость УОНИ 13/45 $A$ , Дж/см <sup>2</sup>
460	350	26	200

Таблица 7.4 – Типичный химический состав наплавленного металла марки сварочных электродов УОНИ13/45, %

C	Mn	Si	S	P
0,09	0,57	0,23	0,025	0,027

Таблица 7.5 – Геометрические размеры и сила тока при сварке сварочных электродов УОНИ 13/45

Диаметр сварочных электродов, мм	Длина, мм УОНИ 13/45	Ток, А УОНИ 13/45	Среднее количество электродов в 1 кг, шт.
2,0	300	40 – 90	98
2,5	350	50 – 100	55
3,0	350	70 – 90	40
4,0	450	130 – 140	15
5,0	450	160 – 180	11

Количество загрязняющих веществ, выделяемых в атмосферу в процессе сварки, наплавки, напыления и металлизации, определяют в зависимости от расхода применяемого сырья по формуле

$$M_{bi} = B \cdot g_i^c \cdot 10^{-3} (1 - \eta) \text{ т/год},$$

где  $B$  - расход применяемого сырья и материалов, кг/ч;

$g_i^c$  - удельный показатель выделяемого в атмосферу загрязняющего вещества  $x$  на единицу массы расходуемых (приготавливаемых) сырья и материалов, г/кг;

$\eta$  - степень очистки воздуха в аппарате, входящем в группу технологических агрегатов.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ при сварке определяется по формуле 3.6.2[12].

$$G_i^c = K_m^x \cdot b \cdot t \cdot 3600 \quad \text{г/с},$$

где  $b$  - максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течение рабочего дня = 50 кг;

$t$  - «чистое» время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня = 5 ч.

Результаты расчетов валового и максимально разового выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах приведены в таблице.

Таблица 7.6 – Расчётные данные

Загрязняющее вещество	$g_i^c$ , г/кг	Валовый выброс вредных веществ, т/год	Макс. разовый выброс вредных веществ, г/с
марганец и его соединения	1,09	0,00189	0,0091
оксид железа	13,9	0,0277	0,0777
пыль неорганическая, $SiO_2$	1,0	0,0019	0,00541
фтористый водород	0,93	0,0301	0,00671
диоксиды азота	2,7	0,0063	0,0183
оксид углерода	13,3	0,032	0,0619
сварочная аэрозоль	16,99	0,125	0,0779

### 7.2.1.3 Расчет выбросов от работы автомобильного транспорта

Определяем исходные данные. Выписываем из таблиц 2.7-2.9 [12] удельные выбросы загрязняющих веществ ( $m_{npik}$ ,  $m_{Lik}$ ,  $m_{xxik}$ ) в зависимости от объёма двигателя автомобиля или грузоподъёмности и вида топлива – Д (дизель) или Б (бензин). Расчёт производим для тёплого периода года (Т).

По заданию имеем 3 машины – 1 дизельный кран грузоподъёмностью  $Q = 11$  т и 2 автомобиля: бензиновый грузоподъёмностью  $Q = 2$  т и дизельный грузоподъёмностью  $Q = 7$  т.

Таблица 7.7 - Удельные выбросы загрязняющих веществ

Грузоподъёмность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ( $m_{npik}$ , $m_{Lik}$ , $m_{xxik}$ ), г/мин, г/км					
		CO	CH	NO <sub>x</sub>	C	SO <sub>2</sub>	Pb (А-92, А-76)
$m_{npik}$							



2 т	Б	5,0	0,65	0,05	-	0,013	0,003
7 т	Д	2,8	0,38	0,60	0,03	0,09	-
11 т	Д	3,0	0,4	1,00	0,04	0,113	-
m <sub>Lik</sub>							
2 т	Б	22,7	2,8	0,6	-	0,09	0,021
7 т	Д	5,1	0,9	3,5	0,25	0,45	-
11 т	Д	6,1	1,0	4,0	0,30	0,54	-
m <sub>xxik</sub>							
2 т	Б	4,5	0,40	0,05	-	0,012	0,003
7 т	Д	2,8	0,35	0,60	0,03	0,09	-
11 т	Д	2,9	0,45	1,00	0,04	0,100	-

1. Валовый выброс *i*-го вещества автомобилями рассчитываем отдельно для каждого периода года по формуле:

$$M_j^i = \sum_{k=1}^k \alpha_B (M_{lik} + M_{2ik}) \cdot N_k \cdot D_p \cdot 10^{-6} \text{ (т/год)} \quad (7.4)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент выпуска (выезда),  $\alpha_B = 1$ ;  $N_k$  – количество автомобилей *k*-ой группы на территории или в помещении стоянки на расчётный период,  $N_k = 1$ ;  $D_p$  – количество дней работы в расчётном периоде,  $D_p = 180$  дней.

Рассчитываем  $M_j^i$  для бензинового автомобиля грузоподъёмностью  $Q = 2$  т:

$$M_{CO} = 1 \cdot (0,0034475 + 0,0068325) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000185 \text{ т/год};$$

$$M_{CH} = 1 \cdot (0,0004246 + 0,000842) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000023 \text{ т/год};$$

$$M_{NOx} = 1 \cdot (0,00009045 + 0,00018025) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000049 \text{ т/год};$$

$$M_{SO2} = 1 \cdot (0,00001361 + 0,00002706) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000073 \text{ т/год};$$

$$M_{Pb} = 1 \cdot (0,00000318 + 0,00000632) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000017 \text{ т/год}.$$

Рассчитываем  $M_j^i$  для дизельного автомобиля грузоподъёмностью  $Q = 7$  т:

$$M_{CO} = 1 \cdot (0,0007902 + 0,001544) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000042 \text{ т/год};$$

$$M_{CH} = 1 \cdot (0,00013827 + 0,00027175) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000074 \text{ т/год};$$

$$M_{NOx} = 1 \cdot (0,0005304 + 0,001053) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000029 \text{ т/год};$$

$$M_C = 1 \cdot (0,00003777 + 0,00007515) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000002 \text{ т/год};$$

$$M_{SO2} = 1 \cdot (0,00006831 + 0,00013545) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000037 \text{ т/год}.$$

Рассчитываем  $M_j^i$  для дизельного крана грузоподъемностью  $Q = 11 \text{ т}$ :

$$M_{CO} = 1 \cdot (0,0009415 + 0,0018445) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,0000005 \text{ т/год};$$

$$M_{CH} = 1 \cdot (0,00015385 + 0,00030225) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000082 \text{ т/год};$$

$$M_{NOx} = 1 \cdot (0,000609 + 0,001205) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,00000033 \text{ т/год};$$

$$M_C = 1 \cdot (0,00004536 + 0,0000902) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000024 \text{ т/год};$$

$$M_{SO2} = 1 \cdot (0,00008195 + 0,0001625) \cdot 1 \cdot 180 \cdot 10^{-6} = 0,000000044 \text{ т/год}.$$

2. Максимально разовый выброс  $i$ -го вещества  $G_i$  рассчитываем для каждого месяца по формуле:

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^K (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) \cdot N_k^i}{3600}, \text{ г/с} \quad (7.5)$$

где  $N_k^i$  – количество автомобилей  $k$ -ой группы, выезжающих со стоянки за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью выезда автомобилей,  $N_k^i = 1$ .

Рассчитываем  $G_i$  для бензинового автомобиля грузоподъемностью  $Q = 2 \text{ т}$ :

$$G_i (CO) = \frac{(5,0 \cdot 240 + 22,7 \cdot 150 + 4,5 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 1,65 \text{ г/с};$$

$$G_i (CH) = \frac{(0,65 \cdot 240 + 2,8 \cdot 150 + 0,4 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,19 \text{ г/с};$$

$$G_i (NOx) = \frac{(0,05 \cdot 240 + 0,6 \cdot 150 + 0,05 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,033 \text{ г/с};$$

$$G_i (SO_2) = \frac{(0,013 \cdot 240 + 0,09 \cdot 150 + 0,012 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,0056 \text{ г/с};$$

$$G_i (Pb) = \frac{(0,003 \cdot 240 + 0,021 \cdot 150 + 0,003 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,0092 \text{ г/с}.$$

Рассчитываем  $G_i$  для дизельного автомобиля грузоподъёмностью  $Q = 7$  т:

$$G_i (CO) = \frac{(2,8 \cdot 240 + 5,1 \cdot 150 + 2,8 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,63 \text{ г/с};$$

$$G_i (CH) = \frac{(0,38 \cdot 240 + 0,9 \cdot 150 + 0,35 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,092 \text{ г/с};$$

$$G_i (NO_x) = \frac{(0,6 \cdot 240 + 3,5 \cdot 150 + 0,6 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,23 \text{ г/с};$$

$$G_i (C) = \frac{(0,03 \cdot 240 + 0,25 \cdot 150 + 0,03 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,015 \text{ г/с};$$

$$G_i (SO_2) = \frac{(0,09 \cdot 240 + 0,45 \cdot 150 + 0,09 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,032 \text{ г/с};$$

Рассчитываем  $G_i$  для дизельного крана грузоподъёмностью  $Q = 11$  т:

$$G_i (CO) = \frac{(3,0 \cdot 240 + 6,1 \cdot 150 + 2,9 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,70 \text{ г/с};$$

$$G_i (CH) = \frac{(0,4 \cdot 240 + 1,0 \cdot 150 + 0,45 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,11 \text{ г/с};$$

$$G_i (NO_x) = \frac{(1,0 \cdot 240 + 4,0 \cdot 150 + 1,0 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,32 \text{ г/с};$$

$$G_i (C) = \frac{(0,04 \cdot 240 + 0,30 \cdot 150 + 0,04 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,0185 \text{ г/с};$$

$$G_i (SO_2) = \frac{(0,113 \cdot 240 + 0,54 \cdot 150 + 0,1 \cdot 300) \cdot 1}{3600} = 0,038 \text{ г/с}.$$

$$M_{lik} = m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}, \text{ г} \quad (7.6)$$

$$M_{2ik} = m_{Lik} \cdot L_2 + m_{xxik} \cdot t_{xx2}, \text{ г} \quad (7.7)$$

где  $m_{\text{npik}}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при прогреве двигателя автомобиля  $k$ -ой группы, г/мин;  $m_{\text{Lik}}$  – пробеговый выброс  $i$ -го вещества автомобилем  $k$ -ой группы при движении со скоростью 10-20 км/час, г/км;  $m_{\text{xxik}}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при работе двигателя автомобиля  $k$ -ой группы на холостом ходу, г/мин;  $t_{\text{np}}$  – время прогрева двигателя,  $t_{\text{np}} = 4$  мин=240 с;  $L_1, L_2$  – пробег автомобиля по территории стоянки ( $L_1 = 150$  м,  $L_2 = 300$  м);  $t_{\text{xx1}}, t_{\text{xx2}}$  – время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на неё ( $t_{\text{xx1}} = t_{\text{xx2}} = 5$  мин=300 с).

Рассчитываем  $M_{\text{lik}}$  для бензинового автомобиля грузоподъемностью  $Q = 2$  т:

$$M(\text{CO})_{\text{lik}} = 5,0 \cdot 4 + 22,7 \cdot 150 + 4,5 \cdot 5 = 3447,5 \text{ г} = 0,0034465 \text{ т};$$

$$M(\text{CH})_{\text{lik}} = 0,65 \cdot 4 + 2,8 \cdot 150 + 0,40 \cdot 5 = 424,6 \text{ г} = 0,0004246;$$

$$M(\text{NO}_x)_{\text{lik}} = 0,05 \cdot 4 + 0,6 \cdot 150 + 0,05 \cdot 5 = 90,45 \text{ г} = 0,00009045 \text{ т};$$

$$M(\text{SO}_2)_{\text{lik}} = 0,013 \cdot 4 + 0,09 \cdot 150 + 0,012 \cdot 5 = 13,61 \text{ г} = 0,00001361 \text{ т};$$

$$M(\text{Pb})_{\text{lik}} = 0,003 \cdot 4 + 0,021 \cdot 150 + 0,003 \cdot 5 = 3,18 \text{ г} = 0,00000318 \text{ т}.$$

Рассчитываем  $M_{\text{lik}}$  для дизельного автомобиля грузоподъемностью  $Q = 7$  т:

$$M(\text{CO})_{\text{lik}} = 2,8 \cdot 4 + 5,1 \cdot 150 + 2,8 \cdot 5 = 790,2 \text{ г} = 0,0007902 \text{ т};$$

$$M(\text{CH})_{\text{lik}} = 0,38 \cdot 4 + 0,9 \cdot 150 + 0,35 \cdot 5 = 138,27 \text{ г} = 0,00013827 \text{ т};$$

$$M(\text{NO}_x)_{\text{lik}} = 0,60 \cdot 4 + 3,5 \cdot 150 + 0,60 \cdot 5 = 530,4 \text{ г} = 0,0005304 \text{ т};$$

$$M(\text{C})_{\text{lik}} = 0,03 \cdot 4 + 0,25 \cdot 150 + 0,03 \cdot 5 = 37,77 \text{ г} = 0,00003777 \text{ т};$$

$$M(\text{SO}_2)_{\text{lik}} = 0,09 \cdot 4 + 0,45 \cdot 150 + 0,09 \cdot 5 = 68,31 \text{ г} = 0,00006831 \text{ т}.$$

Рассчитываем  $M_{\text{lik}}$  для дизельного крана грузоподъемностью  $Q = 11$  т:

$$M(\text{CO})_{\text{lik}} = 3,0 \cdot 4 + 6,1 \cdot 150 + 2,9 \cdot 5 = 941,5 \text{ г} = 0,0009415 \text{ т};$$

$$M(\text{CH})_{\text{lik}} = 0,4 \cdot 4 + 1,0 \cdot 150 + 0,45 \cdot 5 = 153,85 \text{ г} = 0,00015385 \text{ т};$$

$$M(\text{NO}_x)_{\text{lik}} = 1,0 \cdot 4 + 4,0 \cdot 150 + 1,0 \cdot 5 = 609 \text{ г} = 0,000609 \text{ т};$$

$$M(\text{C})_{\text{lik}} = 0,04 \cdot 4 + 0,30 \cdot 150 + 0,04 \cdot 5 = 45,36 \text{ г} = 0,00004536 \text{ т};$$

$$M(\text{SO}_2)_{\text{lik}} = 0,113 \cdot 4 + 0,54 \cdot 150 + 0,1 \cdot 5 = 81,95 \text{ г} = 0,00008195 \text{ т}.$$

Рассчитываем  $M_{2ik}$  для бензинового автомобиля грузоподъёмностью  $Q = 2$  т:

$$M(CO)_{2ik} = 22,7 \cdot 300 + 4,5 \cdot 5 = 6832,5 \text{ г} = 0,0068325 \text{ т};$$

$$M(CH)_{2ik} = 2,8 \cdot 300 + 0,4 \cdot 5 = 842 \text{ г} = 0,000842 \text{ т};$$

$$M(NO_x)_{2ik} = 0,6 \cdot 300 + 0,05 \cdot 5 = 180,25 \text{ г} = 0,00018025 \text{ т};$$

$$M(SO_2)_{2ik} = 0,09 \cdot 300 + 0,012 \cdot 5 = 27,06 \text{ г} = 0,00002706 \text{ т};$$

$$M(Pb)_{2ik} = 0,021 \cdot 300 + 0,003 \cdot 5 = 6,32 \text{ г} = 0,00000632 \text{ т}.$$

Рассчитываем  $M_{2ik}$  для дизельного автомобиля грузоподъёмностью  $Q = 7$  т:

$$M(CO)_{2ik} = 5,1 \cdot 300 + 2,8 \cdot 5 = 1544 \text{ г} = 0,001544 \text{ т};$$

$$M(CH)_{2ik} = 0,9 \cdot 300 + 0,35 \cdot 5 = 271,75 \text{ г} = 0,00027175 \text{ т};$$

$$M(NO_x)_{2ik} = 3,5 \cdot 300 + 0,6 \cdot 5 = 1053 \text{ г} = 0,001053 \text{ т};$$

$$M(C)_{2ik} = 0,25 \cdot 300 + 0,03 \cdot 5 = 75,15 \text{ г} = 0,00007515 \text{ т};$$

$$M(SO_2)_{2ik} = 0,45 \cdot 300 + 0,09 \cdot 5 = 135,45 \text{ г} = 0,00013545 \text{ т}.$$

Рассчитываем  $M_{2ik}$  для дизельного крана грузоподъёмностью  $Q = 11$  т:

$$M(CO)_{2ik} = 6,1 \cdot 300 + 2,9 \cdot 5 = 1844,5 \text{ г} = 0,0018445 \text{ т};$$

$$M(CH)_{2ik} = 1,0 \cdot 300 + 0,45 \cdot 5 = 302,25 \text{ г} = 0,00030225 \text{ т};$$

$$M(NO_x)_{2ik} = 4,0 \cdot 300 + 1,0 \cdot 5 = 1205 \text{ г} = 0,001205 \text{ т};$$

$$M(C)_{2ik} = 0,3 \cdot 300 + 0,04 \cdot 5 = 90,2 \text{ г} = 0,0000902 \text{ т};$$

$$M(SO_2)_{2ik} = 0,54 \cdot 300 + 0,1 \cdot 5 = 162,5 \text{ г} = 0,0001625 \text{ т}.$$

Оформляем расчёт в виде таблицы:

Таблица 7.8 – Расчётные данные

Загрязняющее вещество	Валовый выброс вредных веществ (М), т/год	Макс. разовый выброс вредных веществ (G), г/с
CO	0,00000277	2,980
CH	0,000000385	0,392

NO <sub>x</sub>	0,000000669	0,583
C	0,000000044	0,0335
SO <sub>2</sub>	0,0000000873	0,0756
Pb	0,0000000017	0,0092

Таблица 7.9 – Расчет суммирующего воздействия от всех видов работ (по ОНД-86)

Код	Наименование	Выброс, г/с	См, ед. ПДК	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
1401	ацетон	0,043000	0,0019	0,3500
0616	ксилол	0,239000	0,0064	0,2000
1505	аэрозоль краски	2,712300	0,0995	0,2000
1061	этанол	0,056000	0,0222	6,3300
2433	бутанол	0,090100	0,0339	0,0800
2752	Уайт-спирит	0,0544	0,112500	0,0015
0328	сажа	0,003300	0,0022	0,1500
5154	углеводород	0,016610	0,0021	1,4400
0337	оксид углерода	0,066600	0,0004	6,3300
0301	диоксид азота	0,009900	0,0032	0,0650
3701	диоксид кремния	0,001700	0,0004	0,0800
0143	марганец	0,009000	0,0019	0,0200
0123	оксид железа	0,043600	0,0084	0,0450
2907	пыль неорганическая	0,003980	0,0002	0,1200
0342	фтористый водород	0,003680	0,0012	0,0600
0301	диоксид азота	0,004500	0,0018	0,0660
0337	оксид углерода	0,088900	0,0002	6,1700
2902	Сварочная аэрозоль	0,0881	0,0005	0,6
0121	Свинец	0,01153	0,0016	0,1300

Вывод: концентрация загрязняющих веществ воздуха не превышает предельно допустимой концентрации, что можно увидеть из таблицы. Отсюда следует, что выбросы, вырабатываемые при реконструкции здания, находятся в пределах нормы и в целом не вредны для воздушной среды.

## 7.2.2 Воздействие загрязняющих веществ на почву

### 7.2.2.1 Отходы

В период строительства и эксплуатации объектов образуются следующие виды отходов: отходы строительные, отходы цемента, отходы железобетонных изделий, отходы металлических изделий, отходы древесины, емкости из-под лакокрасочных материалов.

Нормы потерь строительных материалов рассчитываются согласно РДС 82-802-96, согласно которым каждому строительному материалу соответствует норма потерь в зависимости от вида работ:

$$q_n = \frac{a}{Q_o} \cdot 100,$$

Где  $Q_d$  - количество материала (в чистом виде), содержащегося в готовой продукции, в единицах массы, объемных и линейных единицах счета;

$a$  - потери и отходы, в тех же единицах.

Таблица 7.10 – Расчет количества образования отходов

№ п/п	Наименование отходов	Код	Класс опасности	Количество образования отходов, т/год
1	Шлак сварочный	3140480001994	IV	0,006
2	Остатки и огарки стальных сварочных электродов	3512160101995	V	0,005
3	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	1711200001005	V	0,005
4	Отходы лакокрасочных средств	5500000000000	-	0,006
5	Бой строительного кирпича	3140140401995	V	1,1
6	Бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме	3140270101995	V	0,041
7	Раствор цементный кладочный (норма потерь 2,0%)	3140550201995	V	0,021
8	Гвозди и болты строительные (норма потерь 1,0%)	3512022001995	V	0,006
9	Мусор строительный	9120060101004	IV	0,035
10	Металлочерепица (норма потерь 2,0%)	3512011101004	IV	0,007

Строительные отходы, по мере накопления и после завершения строительства объекта проектирования, необходимо своевременно вывозить на полигон твердых бытовых отходов.

## **Выводы и рекомендации по разделу**

При реконструкции школы в селе Зеленое Республики Хакасия производятся работы, связанные с загрязнением атмосферы в результате поступления вредных веществ от сварки, нанесения лакокрасочных покрытий и работы дорожно-строительной техники.

Как показали расчеты, концентрация вредных веществ от производства указанных работ не превышает пределы допустимой концентрации (нормы ПДК). Отходы, образующиеся на строительной площадке, не содержат в своем составе вредных классов опасностей (только 4 и 5), таким образом, не требуется специальных мер по складированию, транспортировке и утилизации отходов за пределами строительной площадки.

## **8 Безопасность жизнедеятельности**

### **8.1 Общие положения о безопасности условий труда в строительстве**

Пункт 2 статьи 7 Конституции Российской Федерации гласит, что в Российской Федерации охраняются труд и здоровье людей. В статье 37 Конституции Российской Федерации наряду с иными правами также гарантировано право каждого на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [1].

Охрана труда как правовой институт имеет особую актуальность, и является частью государственной политики. Основные направления государственной политики в области охраны труда, закреплены в статье 210 ТК РФ, к ним относятся:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации в области охраны труда, а также федеральных целевых, ведомственных целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;



- государственное управление охраной труда;
- государственный надзор и контроль за соблюдением государственных нормативных требований охраны труда;

(в ред. Федерального закона от 18.07.2011 N 242-ФЗ) [2].

- государственная экспертиза условий труда;
- установление порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и порядка подтверждения соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников;
- расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда;
- координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;

(в ред. Федерального закона от 30.12.2008 N 309-ФЗ) [3].

- подготовка специалистов по охране труда и повышение их квалификации;
- организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;

- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

- установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей».

(часть первая в ред. Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ) [4].

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности.

## **8.2 Безопасность труда на строительной площадке**

Строительные площадки с находящимися на них объектами строительства, и санитарно - бытовыми зданиями и сооружениями, участки работ и рабочие места должны быть подготовлены для обеспечения безопасного производства работ.

Подготовительные мероприятия должны быть закончены до начала производства работ. Соответствие требованиям охраны и безопасности труда территорий, зданий и сооружений, участков работ и рабочих мест, вновь построенных или реконструируемых объектов, определяется при приемке их в эксплуатацию.

Окончание подготовительных работ на строительной площадке должно быть принято по акту о выполнении мероприятий по безопасности труда.

Оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, должны отвечать требованиям безопасности труда.

Участки работ и рабочие места должны быть обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных

условий труда, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений.

При строительстве объектов с применением грузоподъемных кранов, когда в опасные зоны, расположенные вблизи строящихся зданий, а также мест перемещения грузов кранами попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно - бытовые здания и сооружения, другие места постоянного или временного нахождения людей на территории строительной площадки или вблизи ее, работы следует выполнять в соответствии с ПОС и ППР, содержащими решение следующих вопросов для обеспечения безопасности людей:

- применение средств для искусственного ограничения зоны работы башенных кранов;
- применение защитных сооружений - укрытий и защитных экранов.

Проезды и проходы к рабочим местам и на рабочих местах должны содержаться в чистоте и порядке, очищаться от мусора, не загромождаться складировемыми материалами и конструкциями.

Допуск на территорию реконструкции посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии или не занятых на работах на данной территории запрещается.

Находясь на территории строительной площадки, в бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

### **8.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций**

Материалы (конструкции) следует размещать в соответствии с требованиями настоящих норм и правил, и межотраслевых правил по охране труда на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складировемых материалов.

Складские площадки должны быть защищены от поверхностных вод.

Материалы, изделия, конструкции и оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны укладываться следующим образом:

- кирпич в пакетах на поддонах - не более чем в два яруса, в контейнерах – в один ярус, без контейнеров - высотой не более 1,7 м;
- плиты перекрытий - в штабель высотой не более 2,5 м на подкладках и с прокладками;
- пиломатериалы - в штабель, высота которого при рядовой укладке составляет не более половины ширины штабеля, а при укладке в клетки - не более ширины штабеля;
- санитарно - технические и вентиляционные блоки - в штабель высотой не более 2 м на подкладках и с прокладками;
- стекло в ящиках и рулонные материалы - вертикально в 1 ряд на подкладках;
- трубы диаметром до 300 мм - в штабель высотой до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами.

Складирование других материалов, конструкций и изделий следует осуществлять согласно требованиям стандартов и технических условий на них.

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад.

Прислонять (опирать) материалы и изделия к заборам, деревьям и элементам временных и капитальных сооружений не допускается.

#### **8.4 Безопасность транспортных средств и погрузочно-разгрузочных работ**

Погрузочно-разгрузочные работы выполняются в соответствии с межотраслевыми правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов, схемами укладки различных грузов и другими нормативными правовыми актами.

При погрузочно-разгрузочных работах выполняют следующие требования:

- перед началом работы обеспечивают охранную зону в местах производства работ;

- проверяют внешним осмотром исправность грузоподъемных механизмов, такелажного и другого погрузочно-разгрузочного инвентаря. Работа на неисправных механизмах и с неисправным инвентарем запрещается;

- выбирают способ погрузки, выгрузки и перемещения грузов, соответствующий требованиям безопасного производства работ. Не допускается подъем и перемещение тяжестей вручную сверх установленной нормы;

- при возникновении аварийной ситуации работы немедленно прекращают и принимают меры для устранения опасности.

Для обеспечения безопасности погрузочно-разгрузочных работ необходимо:

- не допускать в период маневрирования машин на погрузочно-разгрузочных площадках нахождения людей между бортом машины и местом выгрузки;

- следить, чтобы при выгрузке грузов из автомобиля с помощью пакетов работники не находились между пакетами и перед грузом;

- следить, чтобы высота штабеля при ручной укладке не превышала 2 м;

- не допускать размещения грузов в проходах и проездах;

- обеспечить работников, занятых на погрузочно-разгрузочных работах, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты;

- не допускать к погрузочно-разгрузочным работам работников в непригодной и загрязненной специальной одежде (обуви).

Места производства погрузочно-разгрузочных работ размещаются на специально отведенной территории с ровным твердым покрытием, способным воспринимать нагрузки от грузов и подъемно-транспортных машин. Они

должны иметь достаточное естественное и искусственное освещение, содержаться в чистоте, своевременно очищаться от мусора.

Подъездные пути к площадкам производства погрузочно-разгрузочных работ должны иметь твердое покрытие и содержаться в исправном состоянии. Ширина подъездных путей должна быть не менее 6,2 м при двустороннем движении транспортных средств и не менее 3,5 м при одностороннем движении с соответствующими расширениями на закруглениях дорог.

Для ограничения движения автотранспорта при подаче его задним ходом на погрузочно-разгрузочной площадке должен быть тротуар или отбойный брус. При установке автомобиля для выгрузки (погрузки) вблизи здания между зданием и бортом кузова автомобиля должен соблюдаться интервал не менее 0,8 м. Расстояние между автомобилем и штабелем груза должно быть не менее 1,0 м.

На площадке для укладки груза указываются границы штабелей, проходов и проездов между ними. Ширина проездов должна обеспечивать безопасность движения транспортных средств и подъемно-транспортных машин. На площадках для выгрузки (погрузки) тарных, штучных грузов, хранящихся на складах и в пакгаузах, должны быть устроены платформы, эстакады, рампы высотой, равной высоте пола кузова транспортного средства.

### **8.5 Обеспечение электробезопасности на строительной площадке**

Устройство и эксплуатация электроустановок должны осуществляться в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок, межотраслевых правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей, правил эксплуатации электроустановок потребителей.

Устройство и техническое обслуживание временных и постоянных электрических сетей на территории реконструкции следует осуществлять силами электротехнического персонала, имеющего соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

Светильники общего освещения напряжением 127 и 220 В должны устанавливаться на высоте не менее 2,5 м от уровня земли, пола, настила.

Применять стационарные светильники в качестве ручных запрещается. Следует пользоваться ручными светильниками только промышленного изготовления.

Выключатели, рубильники и другие коммутационные электрические аппараты, применяемые на открытом воздухе или во влажных цехах, должны быть в защищенном исполнении в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Все электропусковые устройства должны быть размещены так, чтобы исключалась возможность пуска машин, механизмов и оборудования посторонними лицами. Запрещается включение нескольких токоприемников одним пусковым устройством.

Распределительные щиты и рубильники должны иметь запирающие устройства.

Токоведущие части электроустановок должны быть изолированы, ограждены или размещены в местах, не доступных для случайного прикосновения к ним.

Защиту электрических сетей и электроустановок на территории реконструкции от сверхтоков следует обеспечить посредством предохранителей с калиброванными плавкими вставками или автоматических выключателей согласно правилам устройства электроустановок.

Допуск персонала строительно-монтажных организаций к работам в действующих установках и охранной линии электропередачи должен осуществляться в соответствии с межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей.

Подготовка рабочего места и допуск к работе командированного персонала осуществляются во всех случаях электротехническим персоналом эксплуатирующей организации.

## **8.6 Обеспечение защиты работников от воздействия вредных производственных факторов**

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также уровни шума и вибрации на рабочих местах не должны превышать установленных соответствующими государственными стандартами.

При выполнении строительно-монтажных работ на территории реконструкции помимо контроля за вредными факторами, обусловленными

строительным производством, необходимо организовать контроль за соблюдением санитарно - гигиенических норм в установленном порядке.

Оборудование, при работе которого возможны выделения вредных газов, паров и пыли, должно поставляться комплектно со всеми необходимыми укрытиями и устройствами, обеспечивающими надежную герметизацию источников выделения вредностей.

Полимерные материалы и изделия должны применяться в соответствии с перечнем, утвержденным в установленном порядке. При использовании таких материалов и изделий необходимо руководствоваться также паспортами на них, знаками и надписями на таре, в которой они находились.

Запрещается использование полимерных материалов и изделий с взрывоопасными и токсичными свойствами без ознакомления с инструкциями по их применению, утвержденными в установленном порядке.

Лакокрасочные, изоляционные, отделочные и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, разрешается хранить на рабочих местах в количествах, не превышающих сменной потребности.

Материалы, содержащие вредные или взрывоопасные растворители, необходимо хранить в герметически закрытой таре.

Машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в государственных стандартах.

Оборудование, генерирующее вибрацию, должно соответствовать требованиям государственных стандартов.

Помещения, в которых происходит выделение пыли, должны иметь гладкую поверхность стен, потолков, полов и регулярно очищаться от пыли.

Управление затворами, питателями и механизмами на установках для переработки извести, цемента, гипса и других пылевых материалов следует осуществлять с выносных пультов.

Полы в помещениях должны быть устойчивы к допускаемым в процессе реконструкции работ механическим, тепловым или химическим воздействиям.



## **8.7 Обеспечение пожаробезопасности на строительной площадке**

Производственные территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения согласно ППБ-01, зарегистрированных Минюстом России 27 декабря 1993 г. N 445 [5].

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

На рабочих местах, где применяются или готовятся клеи, мастики, краски и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. Эти рабочие места должны проветриваться. Электроустановки в таких помещениях (зонах) должны быть во взрывобезопасном исполнении. Кроме того, должны быть приняты меры, предотвращающие возникновение и накопление зарядов статического электричества.

Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2012 строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО «ЦПП», 2013. – 87 с.
2. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 01.07.2015 – Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2015 – 13 с.
3. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с Изменением N 1). – Утвержден приказом МЧС России от 21.11.12 №693 – Москва, 2012. – 39 с.
4. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. – Введ. 20.05.2011 – Москва: ОАО «ЦПП», 2013. – 167 с.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – Введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 100 с.
6. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*– Введ. 20.05.2011. –Москва, 2011. – 85 с.
7. ГОСТ 24454-80 «Пиломатериалы хвойных пород. Размеры» – Введ. 01.01.1981. – Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2007. – 4 с.
8. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80\*\*. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО «ЦПП», 2012. – 87 с.
9. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*(с изменением N 1). – Введ. 20.05.2011 – Москва: ОАО «ЦПП», 2011. – 177 с.
10. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменениями N 1,2). – Введ. 01.01.2013. – Утвержден Минрегионом России от 29.12.2011 № 635/8. – 152 с.
11. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. "Железобетонные конструкции. Общий курс." Учебник для вузов. -5-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 2012. -767 с.: ил.
12. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий / М.: Министерство транспорта Российской Федерации. – Утверждено Министерством транспорта РФ 28.10.1998 – 45 с.

13. Конституция Российской Федерации – Введ. 12.12.1993. – Москва: ГУ издательство "Юридическая литература". – 64 с.
14. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам осуществления государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 18.07.2011 N 242-ФЗ.
15. Федеральный закон от 30.12.2008 N 309-ФЗ (ред. От 05.04.2016 с изменениями, вступившими в силу с 01.07.2016) «О внесении изменений в статью 16 Федерального Закона «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
16. Федеральный закон «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации, признании не действующими на территории Российской Федерации некоторых нормативных правовых актов СССР и утратившими силу некоторых законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации» от 30.06.2006 N 90-ФЗ.
17. Приказ МВД РФ от 14 декабря 1993 г. № 536 "О введении в действие Правил пожарной безопасности в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями, введенными в действие приказами МВД России от 25 июля 1995 г. № 282, от 10 декабря 1997 г. № 814 и от 20 октября 1999 г. № 817).
18. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО «ЦПП», 2012. – 78 с.
19. СНиП 12-01-2004 "Организация строительства". – Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России, 2011. – 25 с.
20. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1». – Введ. 01.01.2003 г. постановлением Госстроя России от 17.09.2002 № 123. – Москва: Госстрой России, 2003. – 43 с.
21. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования». – Введ. 01.09.2001. – Москва: Госстрой России, 2001. – 40 с.
22. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. – Введ.
23. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО «ЦПП», 2011. – 58 с.
24. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО «ЦПП», 2011. – 58 с.
25. Берлинов М.В., Ягулов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов: Учеб. для техникумов. - Москва: Стройиздат, 1986. - 173с.

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в \_\_\_\_\_ экземплярах.

Библиография \_\_\_\_\_ наименований.

Один экземпляр сдан на кафедру.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)